

# KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

## Leikkauslinjojen kunnossapidollisen strategian laatiminen

Teknologiaosaamisen johtaminen – koulutusohjelman opinnäytetyö

Lassuri Pasi

Insinööri (YAMK)

KEMI 2011

## ALKUSANAT

Tämä lopputyö on tehty Outokumpu Tornio Worksin kylmävalssaamon kunnossapitoon ja tarkemmin leikkauslinjoille. Kiitokset työnvalvojalle DI Risto Tarkiaiselle haastavan aiheen antamisesta ja opeista aiempien vuosien varrelta sekä työnohjaajalle TkL Timo Kaupille koulutuksesta saaduista opeista, joita tässä työssä käytettiin. Lisäksi kiitokset kuuluvat aikanani leikkauslinjoilla toimivalle organisaatiolle ja kollegoilleni haastavan ja opettavan työtehtävän aikaansaattamisesta ja avuista, joita vuosien varrella kulloinkin on tarvittu.

Suuret kiitokset kuuluvat myös Jerelle ja Meerille avusta, tuesta ja kannustuksesta mitä tämän työn tekemisessä menetetyn vapaa-ajan puolesta olen tarvinnut.

Jokisuussa 22.11.2011

Pasi Lassuri

## TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala	
Koulutusohjelma	Teknologiaosaamisen johtaminen
Opinnäytetyön tekijä	Ins. Pasi Lassuri
Opinnäytetyön nimi	Leikkauslinjojen kunnossapidollisen strategian laatiminen
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	22.11.2011
sivumäärä	68 + 10 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	TkL Timo Kauppi
Yritys	Outokumpu Tornio Works
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	DI Risto Tarkiainen

Tässä tutkielmassa tarkoituksena oli selvittää kylmävalssaamon leikkauslinjojen oikeanlainen kunnossapitostrategia ja siihen soveltuvat mittaristot. Kunnossapidon strategiat ja tavoitteet ovat muuttuneet viime vuosina, jona aikana olen leikkauslinjoilla työskennellyt. Tavoitteena oli saada selville oikean tyyppinen kunnossapidon malli joka palvelisi mahdollisimman hyvin leikkauslinjojen vaativia tarpeita.

Tutkielman teoreettisessa osuudessa selvitettiin kunnossapidon kehittymistä, sen käsitteitä, kunnossapitolajeja ja erilaisia strategioita. Tutkielman empiirisessä osuudessa käsiteltiin mittareiden vaikutusta tehtyihin strategisiin muutoksiin. Muutoksia ovat aiheuttaneet muun muassa laitepaikkojen kriittisyysluokittelujen tulokset ja organisaatiomallin muutokset.

Tutkielmassa havaittiin kriittisyysluokittelujen ja ennakkohuoltotöiden optimoinnin olevan tärkeässä asemassa pienen organisaation ohjaamisessa oikeanlaiseen toimintamalliin. Pienen organisaation on kyettävä tekemään huolellisesti ennakoivaa kunnossapitoa, laitekantojen vioittumisten välttämiseksi.

Avainsanat: kunnossapito, tunnusluvut, strategia, johtaminen.

## ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Technology Competence Management
Name	Pasi Lassuri, B.Sc. (Mech. Eng.)
Title	Preparation of Maintenance Strategy for Finishing Lines
Type of Study	Master's Thesis
Date	22 November 2011
Pages	68 + 10 appendices
Instructor	Timo Kauppi, LicSc (Tech.)
Company	Outokumpu Tornio Works
Contact Person from Company	Risto Tarkiainen

The purpose of this study was to examine the right maintenance strategy for the finishing lines at the cold rolling plant and if it is suitable for KPIs. The Maintenance strategies and goals have changed in recent years, during which time I have worked at the finishing lines. The goal was to find the right type of maintenance model that would serve the very demanding needs of the finishing lines.

The theoretical part of the study explains the development of maintenance, the concepts of maintenance and the maintenance of a variety of strategies. The empirical section deals with the impact of KPIs on the right strategic changes. The results of criticality classifications and the changes of organizational model have caused the changes.

It was found out that the optimization of criticality classifications and preventive maintenance play an important role in guiding a small organization to the right kind of model. A small organization must be able to do predictive maintenance well to avoid equipment failures.

Keywords: maintenance, key figures, strategy, management.

# SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT .....	I
TIIVISTELMÄ .....	II
ABSTRACT .....	III
SISÄLLYSLUETTELO .....	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	V
1. JOHDANTO .....	1
2. OUTOKUMPU STAINLESS OY .....	3
2.1 Kylmävalssaamo .....	4
2.2 Leikkauslinjat .....	5
3. KUNNOSSAPITO .....	9
3.1 Kunnossapitotoimintojen kehittyminen .....	13
3.1.1 Kunnossapidon sukupolvet .....	14
3.1.2 Sukupolvien kehityksen askeleet .....	18
3.1.3 Kunnossapito kustannusten muutokset .....	19
3.1.4 Turvallisuus .....	21
3.1.5 Ympäristöystävällisyys .....	22
3.2 Kunnossapidon peruskäsitteet .....	22
3.2.1 Ehkäisevä ja korjaava kunnossapito .....	22
3.2.2 Luotettavuuskäsitteet .....	26
3.3 Kunnossapitolajit .....	30
3.3.1 Korjaava kunnossapito .....	31
3.3.2 Huolto .....	31
3.3.3 Ehkäisevä kunnossapito .....	32
3.3.4 Parantava kunnossapito .....	33
3.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen .....	33
3.3.6 SFS-EN 13306 mukainen jaottelu .....	34
3.3.7 Muita jaotteluja .....	36
3.4 Kunnossapitostrategiat .....	36
3.5 Käynnissäpidon strateginen suunnittelu .....	38
3.5.1 Suunnittelun perusteet .....	40
3.5.2 Suunnittelumalli .....	42
3.5.3 Hävikkien tarkastelu .....	44
3.5.4 Yhdistävä malli .....	46
3.5.5 Näkökohtia strategisten päämäärien ja tavoitteiden asettamiseen .....	48
4. KUNNOSSAPIDON ORGANISAATIOMALLIT .....	51
5. KUNNOSSAPITO LEIKKAUSLINJOILLA .....	55
5.1 Kunnossapitostrategia .....	55
5.2 Organisaatio .....	60
5.3 Kustannukset ja niiden seuraaminen .....	61
5.4 Kriittisyysluokittelut .....	63
6. YHTEENVETO .....	65
7. LÄHDELUETTELO .....	67
8. LIITELUETTELO .....	68

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

OTW	Outokumpu Tornio Works
KUPI	Kunnossapito
KUTI	Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä
KYVA	Kylmävalssaamo
KPKY	Kylmävalssaamon kunnossapito
TPM	Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito
MSG	Maintenance Steering Group, huolto-ohjaustyöryhmä
ODR	Operator Driven Reliability, käyttäjä kunnossapito
RCM	Reliability Centred Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito
MTBF	Mean Time Between Failures, vikaväli
MPBF	Mean Pieces Between Failure, keskimääräinen keskeytymätön valmistusmäärä
MTTR	Mean Time To Repair
MRT	Mean Repair Time
MDT	Mean Down Time
LEAN	Johtamis filosofia
FIFO	First in – First out
JIT	Just In Time
KNL	tuotantolaitoksen kokonaistehokkuus (käytettävyys * nopeus * laatu)

## 1. JOHDANTO

Nykyaikana kilpailu kaikessa yritystoiminnassa on koventunut. Kilpailu on kovaa eri yritysten ja tehtaiden välillä. Samoin tämä kilpailutilanne vaikuttaa myös materiaalien ja varaosien toimittajiin ja urakoitsijoihin. Tuotteiden laatuvaatimukset kasvavat, toimitusajoista halutaan lyhyempiä ja kustannukset pyritään pitämään minimissä. Kovan kysynnän kasvulla on kuitenkin päinvastainen merkitys toimitusaikoihin kuin mitä haluttaisiin, eli toimitusajoilla on taipumusta kasvaa kovan kysynnän vuoksi. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että pyrittäisiin minimoimaan kunnossapitokustannukset mahdollisimman pieneksi.

Kunnossapitokustannukset koostuvat yleensä tarvittavista materiaaleista, laitteista ja työstä. Kunnossapitokustannukset tuleekin optimoida ja keskittää kustannuksia sinne mistä sijoitetulla pääomalla saadaan tuotettua yritykselle eniten taloudellista hyötyä. Aiemmin on voinut olla, että myös kunnossapitokustannukset on minimoitu, mutta tämä ei ole ollut hyväksi laitteiden ja linjojen yleiskunnon kannalta. Kustannukset voidaan minimoida, mutta on myös otettava huomioon aikajakso, kuinka pitkään minimikustannuksia voidaan ylläpitää. Tärkeää on myös osata varautua minimointijakson loputtua jonkinlaiseen kustannusten nousuun, joka aiheutuu, kun laitteille palautetaan niiden tarvitsema perusolosuhde, jotta päästäisiin takaisin tehokkaaseen ja laadukkaaseen toimintaan. Jotta pystytään toimimaan kustannustehokkaasti, on osattava ohjata toimintaa linjojen ja laitteiden vaatimalla tasolla. Näin ollen on myös linjojen kokonaistehokkuudella suuri merkitys yritystoiminnan kannattavuuteen. Kunnossapidon tehokkuudella saavutetaan sekä taloudellista, että toiminnallista hyötyä. Näin saadaan ns. sivutuotteena käyttäjille oikeanlainen motivoiva työympäristö.

Kun laitteita huolletaan, niiden kuntoa seurataan ja poikkeamiin puututaan, antaa se kunnossapidosta miellyttävän käsityksen. Käyttäjien toiminnalla on suuri merkitys laitteiden kuntoon. Kun laitteita osataan huoltaa oikein ja niitä käytetään niiden suunnitellulla tavalla, pystytään saamaan aikaan mahdollisimman toimiva ja tuottava ympäristö tuotannon tekemiselle. Näin ollen parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen

saavuttamisessa on ihmisten tekemä työ ratkaisevan tärkeä. Kannetaan yhdessä huolta ja vastuuta yrityksemme laitteista, jotta saamme työskennellä turvallisesti ja laadukkaasti.

Tämän tutkielman aiheeksi valittiin leikkauslinjojen kunnossapidollisen strategian laatiminen ja kehitystutkielman tavoitteena on selvittää kirjallisuudesta, miten tuotantolaitoksen kunnossapidollinen strategia rakentuu. Leikkauslinjat sijaitsevat Outokumpu Tornion terästehtaan kylmävalssaamon tuotantoketjun loppupäässä ja näin se on myös tärkeä osa-alue valmiin tuotannon loppuunsaattamiseen. Leikkauslinjoilla joko halkaistaan tuotenauhat asiakkaan vaatimiin loppumittoihin tai katkaistaan tuotenauhasta asiakkaan vaatimien loppumittojen mukaisia levyjä. Leikkauslinjojen päälaitteita ovat erilaiset leikkurit, kelaimet, oikaisukoneet ja niputtajat. Leikkureita on neljää eri tyyppiä, leikkureilla leikataan joko rainoja tai levyjä. Rainoilla tarkoitetaan kapeita kaistoja, jotka uudelleen kelataan rullalle.

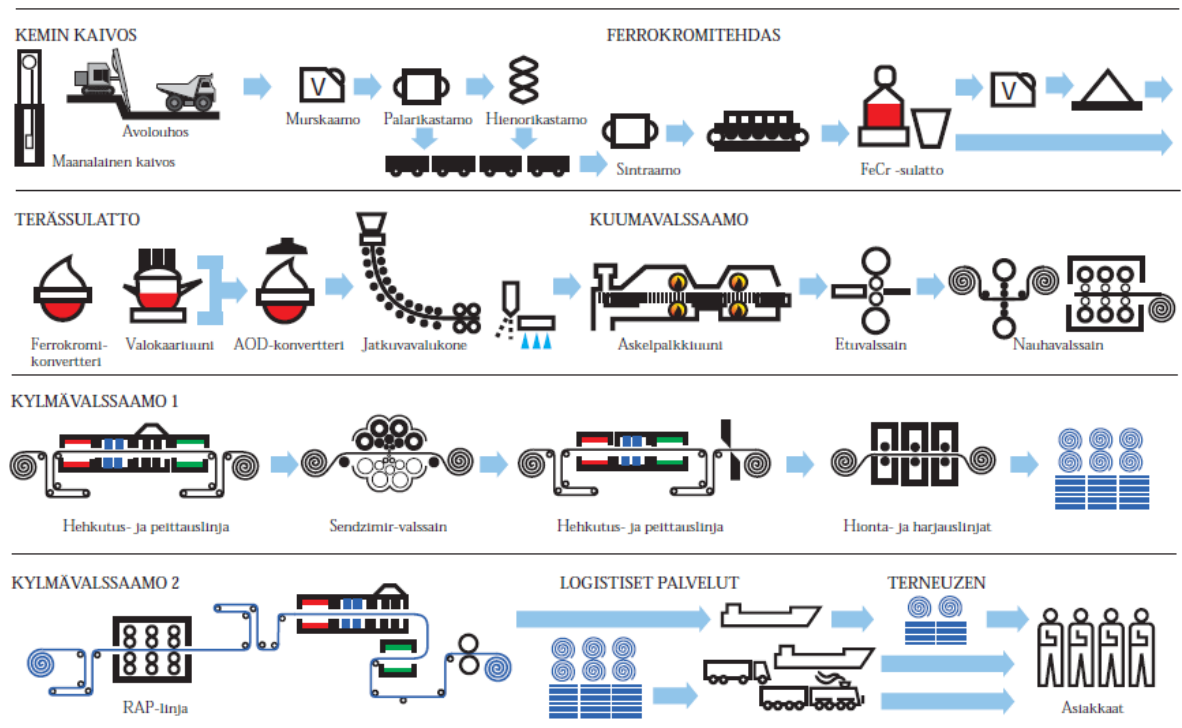
Työssä selvitetään ensin kirjallisuusviitteiden avulla erilaisia kunnossapidollisia toimintamalleja sekä laitteiden kunnossapitämisen perusteita. Tavoitteena on keskittyä pääsääntöisesti suuren tuotantolaitoksen laitekannan kunnossapidon johtamisperiaatteisiin sekä tarkastella eri toimintamallien soveltumista kylmävalssaamon leikkauslinjojen alueen kunnossapitoon. Tutkielmassa tullaan käsittelemään kunnossapitotoimintoja Outokumpu Tornio Worksin leikkauslinjoilla. Tutkielman tavoitteena on löytää kirjallisuudesta vastaavia toimintamenetelmiä kuin leikkauslinjoilla on tällä hetkellä käytössä. Tornion leikkauslinjojen alueeseen kuuluu neljä halkaisulinjaa, kolme katkaisulinjaa ja harjauslinja. Tutkielmassa käytetään apuna vuosien 2007 – 2011 tuotantoraportteja ja työmääriä.

Tutkielman rakenne jakautuu kolmeen osaan: johdantoon, teoriaosaan ja loppupäätelmiin. Johdannossa käsitellään Outokummun toimintaa ja sitä, mihin leikkauslinjat sijoittuvat. Teoriaosiossa käsitellään kunnossapidon muutoksia vuosien varrelta eri sukupolvien ajalta, kunnossapidon käsitteitä sekä malleja ja strategioita. Teoriaosiossa kerrotaan ensin eri käsitteitä ja millä lailla ne näkyvät leikkauslinjojen toiminnoissa. Loppupäätelmissä pohdittiin leikkauslinjojen kunnossapidollista roolia ja sitä, millaisia haasteita alueen laajuus ja organisaation koko asettavat. Tärkeää onkin kyetä tekemään niitä asioita ja tehtäviä, joilla on merkitystä leikkauslinjojen tuotantoon, laatuun ja turvallisuuteen.



## 2. OUTOKUMPU STAINLESS OY

Outokumpu-konsernin toiminta keskittyy teräkseen ja teknologiaan. Torniossa ja Keminmaassa toimivat Outokumpu Stainless Oy ja Outokumpu Chrome Oy kuuluvat Outokumpu-konsernin General Stainless -liiketoiminta- alueeseen. Ainutlaatuinen ja täysin integroitu tuotantoketju alkaa Keminmaassa sijaitsevasta kromikaivoksesta ja jatkuu Torniossa ferrokromitehtaan, terässulaton, kuumavalssaamon sekä kylmävalssaamojen prosesseissa. Tornion terästehdas on maailman suurin yhtenäinen ruostumattoman teräksen valmistusyksikkö. Torniossa ja Keminmaassa työskentelee yhteensä noin 2400 henkilöä. Suurin osa lopputuotannosta, ruostumattomista teräsnauhoista ja -levyistä, toimitetaan Tornioista asiakkaille yli 60 eri maahan. Osa tuotannosta kulkee Röyttän sataman kautta laivoilla Terneuzeniin, Hollantiin. Siellä nauhat ja levyt leikataan asiakkaiden haluamiin mittoihin jatkokäsittelylaitoksessa, Outokumpu Stainless Oy:n tytäryhtiössä Outokumpu Stainless B.V:ssä. Röyttän satamassa toimii Outokumpu Stainless Oy:n toinen tytäryhtiö, Kandelinin Seuraajat Oy. Se huolehtii Röyttän sataman tavaraliikenteestä ja vastaa kaikesta satamassa tapahtuvasta laivojen ahtaus- ja laivanselvitystoiminnasta. /8/



Kuva 1. Kemin kaivoksen ja Tornion tehtaiden tuotantoketju /4/

## 2.1 Kylmävalssaamo

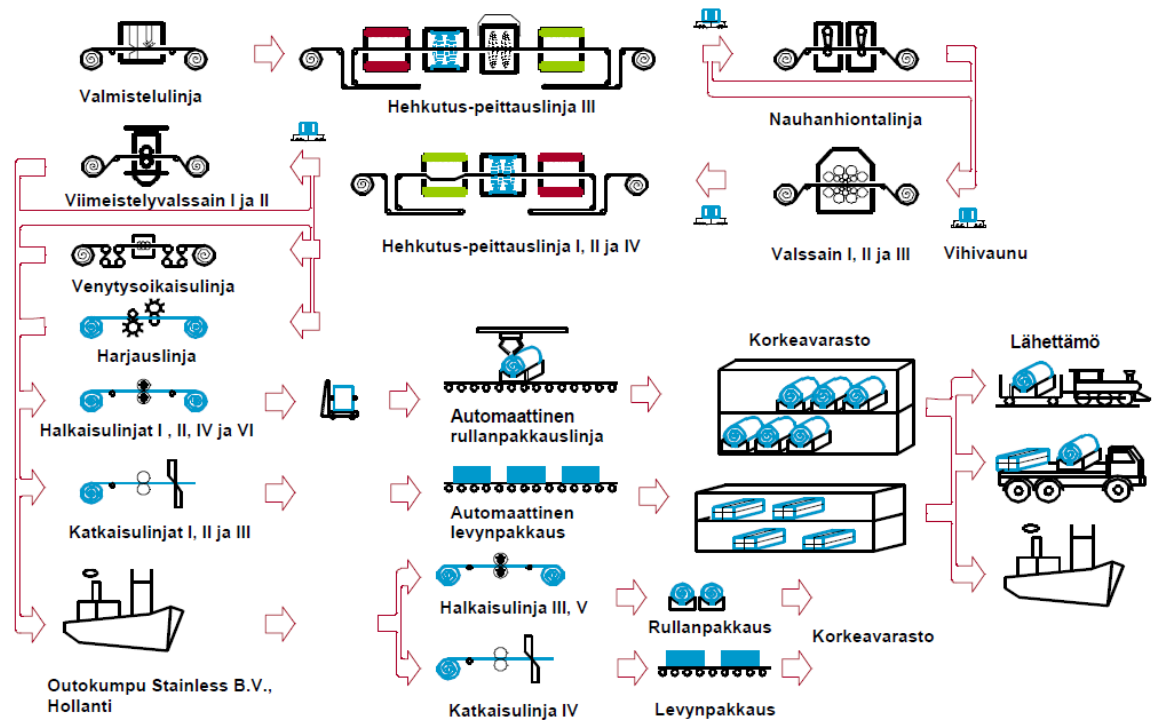
Kuumavalssaamolta tullut kuumanauha valmistellaan valmistelulinjalla tai se otetaan suoraan kuumanauhahehkutukseen ja -peittaukseen. Hehkutuksessa nauhasta poistetaan kuumanauhavalssauksessa syntyneet jännitykset. /8/

Musta, hilsepintainen kuumanauha kuljetetaan erikoisajoneuvolla kylmävalssaamon hehkutus- ja peittauslinjalle 3. Hehkutusuunissa nauha hehkutetaan pehmeäksi niin, että sen rakenne tasaantuu 1050–1150 asteen lämmössä. Sen jälkeen nauha jäähdytetään ja sen pinnalla oleva oksidikerros rikotaan kuulapuhalluksella. Elektrolyytti- ja sekahappopeittauksilla liuotetaan nauhan pinnasta loput oksidikerroksesta sekä pintaan syntynyt kromiköyhä kerros. Hehkutus- ja peittausprosessissa kuumanauhan pinta muuttuu mustasta kirkkaaksi. Tämän jälkeen nauha valssataan lopulliseen paksuuteensa Sendzimir-valssaimella, joita kylmävalssaamossa on yhteensä kolme. Niissä nauhaa voidaan ohentaa peräti 80 %. /8/

Kylmävalssauksessa teräs lujittuu niin, että se on vielä hehkutettava ja peitattava, jolloin sen muovattavuus palautuu ja se saa asiakkaan tilaamat lujuusominaisuudet. Tämä tapahtuu hehkutus- ja peittauslinjoilla 1, 2 ja 4, joiden paksuusalue on 0,4–6,5 mm. Toimintaperiaate linjoilla on muuten sama kuin linjassa nro 3, mutta kuulapuhallusta ei enää kylmävalssatuille teräsnauhoille tarvita. Kylmävalssattu, hehkutettu ja peitattu teräsnauha valssataan vielä kevyesti viimeistelyvalssaimilla, joita on kaksi. Käsittely parantaa nauhan sileyttä ja tasomaisuutta. Nauhat, joiden paksuus on 0,5–2,0 mm, voidaan tarvittaessa ajaa myös venytysoikaisulinjan läpi niiden tasomaisuuden edelleen parantamiseksi. /8/

Teräsnauhat leikataan asiakkaan tilaamiin mittoihin joko kapeammiksi nauhoiksi tai levyiksi halkaisulinjalla ja katkaisulinjalla. Katkaisulinjoissa on myös rullanoikaisukoneet, jotka takaavat asiakkaiden vaatiman hyvän tasomaisuuden. Tämän jälkeen nauharullat ja levyt paketoidaan automaattisella rullan- tai levynpakkauslinjalla. Kylmävalssaamon viimeinen yksikkö käsittää automaattisen korkeavaraston sekä lähettämön, missä autot, junat ja kontit lastataan kuljetusta varten. /8/

Prosessin sisäiset materiaalinkuljetukset suoritetaan pääasiassa vihivaunuilla ja siltanostureilla. /8/



**Kuva 2. Kylmävalssaamon tuotantokaavio /10/**

## 2.2 Leikkauslinjat

Leikkauslinjat sijaitsevat kylmävalssaamon tuotantoketjun lopussa kuitenkin ennen pakkauslinjoja ja lähettämöä. Outokummun Tornio Worksin Tornion leikkauslinjojen alueeseen kuuluu 8. tuotantolinjaa. Halkaisulinjat 1, 2, 4, 6 sekä katkaisulinjat 1, 2 ja 3 että harjauslinja ovat leikkauslinjojen toiminnan alaisuudessa. Halkaisulinjat 3 ja 5, sekä katkaisulinjan 4 ja 5 sijaitsevat Hollannissa Terneuzenissa. Halkaisulinjoilla leikataan tuotenuhasta kaistoja asiakkaan vaatimusten mukaisiin mittoihin. Halkaisulinjoilla 1 ja 4 leikataan sekä kylmä- että kuumanauhoja, halkaisulinja 2 ainoastaan kylmänauhoja. Katkaisulinjoilla tuotenuhoista leikataan asiakkaan tilauksen mukaisia tuotelevyjä. Harjauslinjalla tuotenuhan pinta harjataan asiakkaan käyttötarkoituksen mukaisesti.

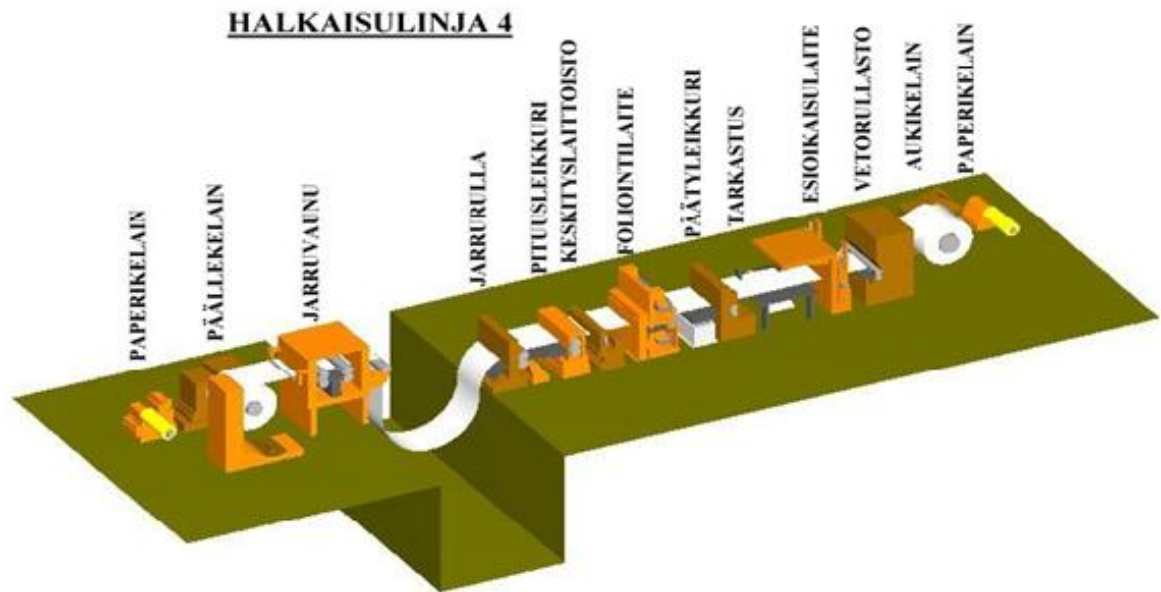
## Halkaisulinjat

Halkaisulinjan päälaitteisiin kuuluu yleensä aukikelain, esioikaisukone, päätyleikkurit, pituusleikkuri ja päällekelain. Näiden päälaitteiden lisäksi linjoilla on erinäinen määrä rullastoja, keskitysjärjestelmiä, kelaimeja (folio, paperi) ja leimauslaitteita. Tuotenauha pidetään linjan keskilinjassa keskitysjärjestelmien avulla. Linjassa voi olla joko yksi tai kaksi keskitysjärjestelmää, yleensä kaksi.

Alkupään keskitysjärjestelmällä ohjataan aukikelainta linjan keskikohtaan nähden. Toisella keskitysjärjestelmällä, joka sijaitsee ennen pituusleikkuria, ohjataan ohjausrullastoa, jolla pidetään tuotenauha keskellä linjaa. Näin pystytään pitämään kaarevakin tuotenauha sen leikkaushetkellä linjan keskilinjassa ja leikkaamaan tuotenauhasta reunaromut tasaisesti molemmin puolin pituusleikkurin avulla.

Reunaromut ohjataan pituusleikkurin jälkeen alla oleviin romuhakkureihin ja tuotenauha tai mahdollisesti kaistat eteenpäin linjalla jarrurullastolle. Esioikaisukoneella oikaistaan nauhan alkupää suoraksi, jotta nauhaa voidaan pujottaa linjaan, eikä käyrä nauhanpää revä tai töki mihinkään palkkeihin tai rullastoihin ja näin aiheuttaen vaurioita. Päätyleikkurilla katkaistaan tuotenauhan alusta ja lopusta vaurioituneet osat romuiksi. Tämän jälkeen tuotenauha leikataan pituusleikkurilla asiakkaan haluamaan loppuleveyteen ja tuotenauha / kaistat kelataan jarrurullastojen läpi päällekelaimelle.

Jarrurullastojen tehtävänä on pitää oikea veto rullastojen ja päällekelaimen välillä. Näin siksi jotta saadaan aikaan hyvä ja tiukka kelaus päällekelaimella ja tuotenauha pysyisi muodossaan päällekelaimelta pois otettaessakin.



Kuva 3. Halkaisulinja 4 layout /7/

### Katkaisulinjat

Katkaisulinjan päälaitteisiin kuuluu yleensä aukikelain, esioikaisukone, päätyleikkurit, reunausyksiköt, oikaisukone, tuotantoleikkuri ja joillakin linjoilla myös päällekelain. Näiden päälaitteiden lisäksi linjoilla on halkaisulinjojen tapaan erinäinen määrä rullastoja, keskitysjärjestelmiä, kelaimia (folio, paperi) ja leimauslaitteita. Tuotenauha pidetään linjan keskilinjassa keskitysjärjestelmien avulla kuten halkaisulinjoillakin. Linjassa voi olla joko yksi tai kaksi keskitysjärjestelmää, linjan pituudesta riippuen yleensä kaksi.

Esimerkiksi katkaisulinja 1:llä keskitysjärjestelmiä on vain yksi ja sillä ohjataan aukikelaimen paikkaa. Taas katkaisulinja 2:lla keskitysjärjestelmiä on kaksi, ensimmäisellä ohjataan aukikelainta ja toisella ennen reunausyksiköitä olevaa ohjausrullastoa. Esioikaisukoneella oikaistaan nauhan alkupää suoraksi, jotta nauhaa voidaan pujottaa linjaan, eikä käyrä nauhanpää vastaa mihinkään rakenteisiin, komponentteihin tai rullastoihin ja näin aiheuttaisi vaurioita. Päätyleikkurilla katkaistaan tuotenauhan alusta ja lopusta vaurioituneet osat romuiksi. Tämän jälkeen tuotenauhasta leikataan reunasta ylimääräinen osa pois ja nauhasta saadaan asiakkaan haluama loppuleveys. Tämän jälkeen nauha oikaistaan oikaisukoneen avulla ja saadaan sille oikea tasomaisuus. Oikaisun jälkeen nauhan molemmille puolin voidaan laittaa joko suojafolio tai suojapaperi estämään

mahdolliset naarmut ja painumat myöhäisemmissä vaiheissa asiakkaan prosesseissa. Seuraavaksi nauhasta katkaistaan tuotantoleikkuria apuna käyttäen asiakkaan haluama levyn pituus. Näin tuotenuhasta on saatu asiakkaan haluamien vaatimusten mukainen tuotelevy. Levy kuljetetaan vielä mattokuljettimia pitkin niputtajalle, jossa levyt pinotaan alustoille pakkauslinjoja varten.

Katkaisulinja 1:llä on folioinnin jälkeen päällekelain, jolla voidaan kelata tuotenuha uudestaan rullalle, mikäli se on tarpeen. Katkaisulinja 2:lla päällekelain sijaitsee tuotantoleikkurin jälkeen ja katkaisulinja 3:lla päällekelainta ei ole lainkaan. Päällekelain on linjalla vain sitä varten, jotta tuotenuhalle voidaan tehdä pelkkä reunaus katkaisulinjalla ja kelata se uudelleen linjalla ja lähettää eteenpäin jatkovalmistusta varten.

## **Harjauslinja**

Harjauslinjan päälaitteisiin kuuluu aukikelain, esioikaisukone, päätyleikkuri kolme harjauskabiinia ja päällekelain. Harjauslinjalla tuotenuhan pintaa harjataan oskiloivilla harjoilla, jotta saadaan nauhanpinnasta oikean käyttötarkoituksen mukainen. Harjauslinjan nopeus on nykyisillä laitteilla noin 5 m/min. Tämä siitä syystä, jotta tuotenuhan pinta saadaan harjattua kolmen harjakabiinin avulla käyttötarkoituksen mukaisesti. Jotta linjan tuotantokapasiteettia taikka linjan nopeutta kyettäisiin nostamaan, olisi esimerkiksi harjakabiinien tehokkuutta nostettava tai lisättävä harjakabiinien määrää. Näin ollen linjalla tehtävä työ tehdään harjauskabiineilla. Linjan loput laitteet on suunniteltu suuremmille nopeuksille kuin niitä nykyisellään linjalla ajetaan. Tämä on yksi syy linjan hyvän käytettävyyden saavuttamiseksi. Palvelukeskuksissa käytössä olevissa harjauslinjoissa on linjan tuotantokapasiteettiä lisätty nostamalla linjan nopeutta. Linjan nopeuden nostaminen on mahdollista, mikäli lisätään harjauskabiineja linjaan. Linjoissa on kuusi harjauskabiinia ja tästä johtuen linjojen nopeudet on pystytty nostamaan noin 50 m/min. Tornion harjauslinjalle on tehty valmiudet neljännen harjakabiinin sijoittamiseen, muttei tätä ole vielä otettu käyttöön eikä harjakabiinia ole hankittu.

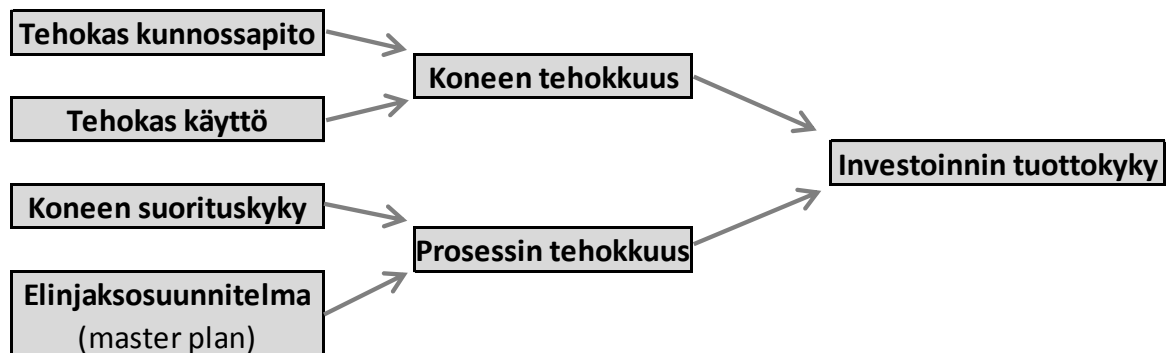
### 3. KUNNOSSAPITO

Mitä on kunnossapito, milloin sitä tarvitaan ja mitä sillä tarkoitetaan? Kunnossapito on laitteiden suorituskyvyn kohottamista, kehittämistä ja hallintaa. Kunnossapito on yrityksen käyttöomaisuuden ylläpitoa. Käyttöomaisuudella yritykset valmistavat tuotteita, palveluita tai ratkaisuja, joilta yritykset myyvät eteenpäin tarvitseville. Myynnistä saaduilla tuotoilla yritykset maksavat kulunsa ja saavat liikevoittonsa. Kun jokin laite, teknologia tai kone on valmistettu ja siirretty sen elinkaaressa eteenpäin, joko tekemään sille suunniteltua toimintoa tai tuotantoa, alkaa se siitä hetkestä lähtien kulua. Alussa kuluminen voi olla nopeaakin ja sen toimintoja tulee seurata. Mahdolliset parametroidut, säädöt ym. konfiguroinnit voivat olla tarpeellisia juuri oikean toiminnon aikaan saamiseksi. Samasta hetkestä alkaen alkaa laitteen toimintakyky heikkenemään jollain aikajanaalla. Laitteen lähtötietojen / -arvojen tiedostaminen on kunnossapitoa ja tarkemmin käynninvalvontaa. Kunnossapidon tehtävä on pyrkiä takaamaan laitteelle mahdollisimman luotettava käyntiaika seisokkien välillä.

Kun tuotantovälineitä käytetään oikein ja tehokkaasti saadaan seuraavanlaisia etuja aikaiseksi:

- investointitarve pienenee (mitä tehokkaampaa tuotantovälineen käyttö on, sitä pienemmillä investoinneilla yritys pystyy toimimaan)
- yrityksen kannattavuus ja kilpailukyky paranevat (tehokas käyttäminen tarkoittaa myös sitä, että tehty investointi tuottaa paremmin). /3/

Tuotantovälineen tehokas käyttö perustuu kuvan 4 mukaisiin tekijöihin:



**Kuva 4. Investoinnin tuottavuuteen vaikuttavat tekijät /3/**

**Tehokas kunnossapito** tarkoittaa sitä, että kunnossapitäjät osaavat laatia laitteille mahdollisimman järkevät kunnossapitostrategiat ja toteuttaa ne siten, että koneen suorituskky pysyy mahdollisimman korkealla. Eri strategioista on valittava se, joka vastaa laitteen tavoitteiden saavuttamista parhaiten. /3/

Jotta kunnossapidosta saataisiin mahdollisimman tehokas, on laitekanta ja sen vikaantumismekanismit tunnistettava. Osattava määrittää oikeanlaiset suhteet laitekannan korjaavalle, ennakoivalle ja parantavalle kunnossapidolle. Tämän suhteen määrittämiseen voi käyttää avuksi esimerkiksi laitteiden kriittisyysluokittelua tai RCM-prosesseja. Ennakkohuoltotöiden määrittelemiselle ja niiden sopivalla määrällä on tärkeä rooli laitteiden käyntikunnossa pysymiselle. Liian suuri määrä ennakkohuoltoa voi olla yhtä suureksi haitaksi kuin ennakkohuollon puuttuminen kokonaan. Kunnossapito ei ole tehokas mikäli pyritään keskittymään pelkästään ennakoivaan kunnossapitoon. Osa tuotantolaitoksen tai linjan laiteista voidaan ajaa ns. loppuun saakka ja vaihtaa seuraavassa ajoitetussa huollossa. On kuitenkin varmistauduttava, ettei laitteen vikaan ajaminen aiheuta laadullisia ongelmia, turvallisuustason alenemista tai linjan häiriintynyttä toimintaa.

**Tehokas käyttö** tarkoittaa sitä, että käyttäjät osaavat käyttää laitteitaan tehokkaasti ja asianmukaisesti. Käyttää niitä niiden suunniteltuihin toimiin oikeaoppisesti. /3/

Jotta laitteita käytettäisiin mahdollisimman tehokkaasti, on käyttäjien tunnettava prosessien toiminta, yksittäisien laitteiden vikaantumismekanismeja ja kunnossapidon perusteita. Näin käyttäjät kykenevät tekemään oikeita päätöksiä jonkin komponentin alkaessa vioittumaan. Ns. aistinvaraisessa kunnossapidossa laitteiden omistusmentaliteetilla on suuri vaikutus tuotantolinjan käytettävyyden paranemiseen. Omistusmentaliteetilla tarkoitetaan käyttäjien asennetta, kuinka laitteita käsitellään. Mikäli laitteista pidetään huolta meidän laitteina, niiden kestoikä on suurempi. Valitettavasti aina ei näin ole, sillä joissain tapauksissa laitteista ajatellaan, että ne ovat työnantajan laitteita ja me vain ajellaan näillä. Jälkimmäisen ajatusmentaliteetin mallilla laitekanta on hyvin todennäköisesti huomattavasti huonommassa kunnossa kuin ensimmäisessä, jossa laitteita pidetään yhteisinä ja niiden kunnossapitamisestä sekä toiminnasta kannetaan vastuutakin yhdessä.



Tehokas kunnossapito yhdessä tehokkaan käytön kanssa muodostaa perustan koneen **toiminnalliselle tehokkuudelle**. Kunnossapidon ja käytön yhteistyöstä on lentomatkustaminen oivallinen esimerkki. Voittajia ovat ne, jotka pääsevät kohteeseensa nopeinten ja turvallisesti, sekä osaavat parhaiten yhdistää lentämisen ja tehokkaimman huoltotyön. Lentokoneessa istuttaessa ei asiaa helpota yhtään toteamalla vieressä istuvalle käytön edustajille että, teidän puolen siipi on tulella. Samassa vaaratilanteessa ovat kaikki koneessa olevat matkustajat. Toisin sanoen mitä tehokkaampaa käytön ja kunnossapidon välinen yhteistyö on, sitä enemmän laitteista saadaan tuotantoa tehtyä. /3/

**Koneen suorituskyvyn päivittäminen** on tarpeen, jotta se muuttuvassa maailmassa pystyy tekemään kannattavasti sellaisia tuotteita, joita kuluttajat milloinkin haluavat. Laitteiden valmistamien tuotteiden teknisten vaatimusten muututtua on tuotantolinjalla/laitteella tällöin yleensä tehtävä jonkin asteisia päivityksiä, jotta markkinoiden uusiin haasteisiin kyetään vastaamaan. /3/

Nykyajan kunnossapidollinen tavoite on saavuttaa haluttu taso laitteen suorituskykyä laitteiston käyttäjän tarvitsemalla ja hyväksymällä tasolla. Laitteen kunnossapitostrategiaa suunniteltaessa on ajateltava, että mikä on laitteen toiminnallinen tarve, eikä sitä, että mikä laite on kyseessä. Laitteen suorituskyvylle voitaisiin antaa kaksi tasoa:

Haluttu suorituskyky (desired performance) → Mitä käyttäjä haluaa laitteen tekevän?

Nimellinen suorituskyky (built-in capability) → Mihin laite kykenee?

Nimellissuorituskyky saavutetaan hyvällä laitesuunnittelulla ja laadukkaalla valmistuksella. Kunnossapidolla taas varmistetaan suorituskyvyn pysyminen halutun tason mukaisena ja mielellään jopa hieman halutun tason yläpuolella. Yleisesti laitteen haluttu suorituskyky on myös jonkinlaisena ohjeena määrittämässä laitteen ennakoivan kunnossapidon määrän tarpeen vikaantumisten välttämiseksi. Liiallisella ennakoivalla kunnossapidolla voi olla myös huonoja vaikutteita. Esimerkiksi kunnossapitohenkilöstön työkuorman keskittäminen väärin laitteisiin ja ennakoivalla osien vaihdolla kohotetaan kunnossapitokustannuksien osuutta. Onkin tärkeää osata valita oikea kunnossapitostrategia erilaisten laitteiden suorituskyvyn parantamiselle. /3/

**Elinaikasuunnitelma** on koko koneen elinajan (asennuksesta purkamiseen) kattava toimintasuunnitelma, jossa on esitetty koneen tuotannolliset tavoitteet sekä kunnossapidon päälinjaukset. Tällaisen kunnossapitosuunnitelman avustuksella voidaan suunnitella koneelle vuosittaiset tuotantotavoitteet sekä kunnossapito-ohjelmat. /3/

Kunnossapito-ohjelmalla tarkoitetaan koneen huolto suunnitelman laatimista ja varaosastrategian noudattamista. RCM on erinomainen menetelmä yksittäisen koneen kunnossapito-ohjelman laatimiseen. RCM:n avulla voidaan suunnitella sopivat huoltovälit, huoltokohteet, menetelmät ja kartoittaa varaosatarpeet.

Koneen suorituskyvyn päivittämisellä ja elinaikasuunnitelmalla vaikutetaan koneen tehokkuuteen sen elinajan aikana. Näillä keinoilla kone pidetään jatkuvasti kilpailukykyisenä ja varmistetaan koneen elinajan aikainen tehokkuus, käytön turvallisuus ja investoinnin tuottavuus. /3/

Kunnossapidolla on myös ”asiakkaita”, joista selkeästi tunnistettavissa ovat seuraavat:

- tuotantovälineiden omistajat
- käyttäjät / operaattorit
- yhteiskunta
- kunnossapitäjät.

Omistajat ovat tyytyväisiä kun tuotantovälineet valmistavat tehokkaasti tuotteita, joiden synnyttämällä liikevaihdolla saavutetaan hyväksyttävä tuotto kyseisiin laitteisiin sijoitetulle pääomalle. Tehokkuus vaikuttaa siihen, kuinka paljon katetta tulostuu, kun tuotoista vähennetään kustannukset. /3/

Käyttäjät puolestaan ovat tyytyväisiä kun tuotantovälineet toimivat luotettavasti, turvallisesti ja tavalla, joka täyttää heidän asettamansa vaatimukset. Koneen on toimittava luotettavasti, tehokkaasti ja turvallisesti. Yhteiskunta on tyytyväinen, jos linjat eivät petä siten, että seurauksena olisi uhka yleiselle terveydelle, turvallisuudelle tai ympäristölle. /3/

Neljänteen ryhmään kunnossapidon on itse pystyttävä luomaan sellaisia asioita ja arvoja, jotka houkuttelevat alalle hyviä ammattilaisia, jotka viihtyvät työssään ja haluavat kehittää toimintaansa. /3/

Kunnossapito on erilaisten asioiden (kuten koneiden, laitteiden, prosessien rakenteiden tietoverkoston ym.) pitämistä toimintakuntoisena siten, että ne toimivat luotettavasti, esiintyvät viat korjataan sekä ympäristö- ja turvallisuusriskit hallitaan. /3/

Suomen standardisoimisliiton standardi SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

*”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon”. /13/*

Kunnossapidossa tapahtuu nykyaikana paljon muutoksia. Alihankkijat muuttavat toimintojaan ja kehittävät osaamistaan. Samoin tapahtuu kunnossapito-organisaatioissa. Toiminnanohjausjärjestelmät muuttuvat, erinäisiä palvelukonsepteja benchmarkataan, kunnossapidon toimintamalleja kehitetään ja organisaatiot vaihtelevat (pystytään tuottamaan juuri sellaista kunnossapitoa kuin laitteet vaativat), erilaisia mittareita kehitetään. Ymmärryksen parantuminen mittaroimiseen ja tarkkailuun on muuttunut enemmän johdon tavasta tarkkailla henkilöiden toimimisesta, tapaan löytää toimintojen kehityskohteita.

### **3.1 Kunnossapitotoimintojen kehittyminen**

Kunnossapito on syntynyt samoina aikoina, kun ihmiset ovat alkaneet käyttämään koneita ja laitteita. Käsitetä kunnossapito ei varmaankaan vielä tuolloin tunnettu, mutta laitteet oli pidettävä toimintakuntoisina ja kunnostaminen on tapahtunut yleisesti vikaantumisen jälkeen. Keskeisenä kunnossapitotoimena on ollut laitteiden kaksinkertaistaminen

(redundantinen varmistaminen), jolloin on laitteet joko korjattu tai huollettu vian esiintymisen jälkeen ja kahdennetun järjestelmän avulla tuotanto on pysynyt yllä pienellä tuotantokatkolla. Tällainen on kasvattanut jonkin verran käyttöomaisuuskustannuksia.

### 3.1.1 Kunnossapidon sukupolvet

Vuonna 2003 tehdyssä kunnossapidon tarkastelussa on kyetty erottelemaan neljä erinäistä kunnossapidollista sukupolvea. /3/

#### 1. sukupolven kunnossapidolle oli luonteenomaista:

- vikaantuneita koneita voitiin pitää seisokissa (integraatioaste pieni)
- koneet olivat varsin yksinkertaisia. Ilmeni myös koneiden vikaantumisissa; hallitsevin vikaantumismekanismi oli ajasta riippuva vikaantuminen (kuluminen), mutta ilman ns. lastentauteja (suunnittelu- / käyttöönotto virheitä)
- laitteet olivat yleensä ylimitoitettuja (kestivät enemmän kuormia). Ylimitoitus puolestaan johtui runsaista varmuuskertoimista, joilla ”korjattiin” mitoituksen laskennallinen epätarkkuus (vertaa laskutikulla laskemisen tarkkuuteen)
- vian määrittäminen ja korjaaminen olivat helpohkoja toimenpiteitä. Automaatio ja sadasosien tarkkuudet eivät vielä tällöin häirinneet toimintoja
- ennakoiva kunnossapito koostui lähinnä laitteiden puhtaanapidosta, säätämisestä sekä oikeanlaisesta voitelusta. Tarvittava osaamistaso oli suhteellisen matala. /3/

**2. sukupolvi** käynnistyi toisen maailmansodan aikoihin. Teollisuus joutui valmistamaan suuria määriä sotatarvikkeita valtiolle ja samaan aikaan kokeneet koneiden käyttäjät olivat puolustamassa maatansa. Uusina koneenkäyttäjinä jouduttiin käyttämään kokemattomia kotirintamalaisia. Tällä saatiin kuitenkin tuotantomäärät riittäviksi lisäämällä koneiden automaatiotasoa ja yhdistelemällä koneita pidemmiksi ketjuiksi. Asetelma johti ongelmiin, jotka käynnistivät joukon laatuhankeita, joilla valmistettavien tuotteiden tasalaatuisuus pyrittiin varmistamaan työvoiman määrän ja osaamistason vaihdellessa. Yritysten

kannattavuus riippui lisääntyvässä määrin koneiden käytön tehokkuudessa. Toisen sukupolven suuremman ”automaatiotason” omaavat laitteet toivat mukanaan myös uuden vikaantumismekanismin, joka oli aikariippuvainen ja jossa esiintyi alussa lastentauteja (kuva 5). Lisääntynyt monimutkaisuus lisäsi kunnossapidon määrää ja hallittavuutta. Tämän tuloksena kehittyi ehkäisevä kunnossapito, joka aluksi oli lähinnä jaksotettua huoltoa (huolto tehtiin ennalta määritetyissä jaksoissa). Kustannusten kasvaminen johti myös kunnossapidon suunnitteluun ja johtamiseen, joiden avulla pyrittiin painamaan resurssien käytön kustannuksia siedettäville tasoille ja lisäämään koneiden käytntivarmuutta. /3/

Kyseinen ilmiö vaikutti suuresti jaksotetuissa huolloissa tehtävien töiden luonteeseen, jolloin pyrittiin takaamaan laitteiston maksimaalinen toimintakyky jaksotettujen huoltojen välillä. Toisin sanoen jaksotettujen huoltojen väli oli lyhyempi kuin esim. nykyisin vuonna 2011 ja huolloissa vaihdettiin monesti myös ehjiä komponentteja uusiin, jotta käyttövarmuutta laitteille saataisiin. Tämä osakseen lisäsi jossain määrin kunnossapitokustannuksia niin materiaaleille kuin työtunneille. /3/

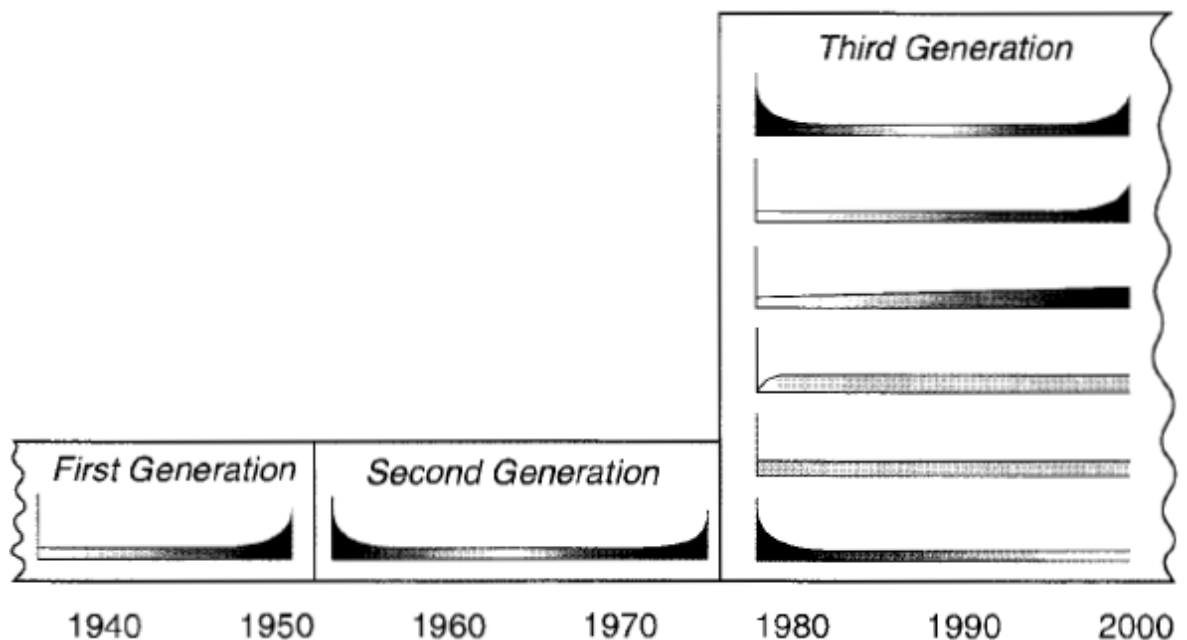
**3. sukupolven** katsotaan käynnistyneen 1970 – luvulla. Tämän muutoksen juuret voidaan katsoa tulleen amerikkalaisten avaruusprojektien konseptien ja innovaatioiden käyttöönotosta teollisuudessa. Käyttövarmuus vaatimukset voitiin asettaa aivan uusille tasoille. Tutkimus loi uusia lähestymistapoja, työkaluja ja tekniikoita. Tehokkuuden ja luotettavuuden merkitys kasvoi seuraavista syistä:

- tuotantokoneiden mekanismien määrät kasvoivat ja automaatio lisääntyi, jolloin liiketoiminta tuli yhä enemmän riippuvaiseksi koneista
- uudet teknologiat muuttivat toiminnan painopisteitä; kyvystä uusiutua ja hallita uutta teknologiaa kehkeytyi kriittinen menestystekijä
- globaali kilpailu kiristyi (vain tehokkaimmat selviytyivät hintakilpailussa)
- JIT – toimintamalli yleistyi. Kun kaikenlainen puskurivarastointi maksaa, koneiden luotettavuus on saatava sellaiselle tasolle, että puskurivarastointia ei koneiden epäluotettavuuden johdosta tarvita. Tavaraa ei enää valmistettu varastoon, vaan tilauksia vastaan. Toimitusajat lyhenivät luokkaan tunteja

- tuotantolaitteisiin sidottiin yhä enemmän pääomaa. Lisäksi sidottu pääoma tuotti paremmin. /3/

Maailman kaupan vapautuminen ja globalisoituminen ovat johtaneet tilanteeseen, jossa paikallisuuden merkitys kilpailutekijänä on vähentynyt; tilalle ovat nousseet laatu, osaaminen, edullinen hinta ja toimituslupausten pitäminen. /3/

Kunnossapidon suunnittelu on aiemmin rakentunut luottamukselle, jotta vikaantuminen olisi yhteydessä koneen käyttötunteihin ja rasittavuuteen (käyttö maksimikapasiteetilla). Näin varmaan oli aikana jolloin koneet olivat yksinkertaisempia mekaanisia laitteita. Nykyisin koneet ovat kuitenkin enemmän kokonaisuuksia ja innovaatioita, joissa käytetään useita teknologioita. Käytettävissä on kehittyneempiä raaka-aineita, tarkempia suunnittelumenetelmiä sekä kehittyneempiä valmismetodiikoita. Kaikki nämä yhdessä ovat synnyttäneet uusia vikaantumismalleja, joille on ominaista riippumattomuus ajasta tai käytön määrästä (kuva 5). /3/



**Kuva 5. Vikaantumismekanismien muutokset (John Moubray) /12/**

**4. sukupolvi** käynnistyi 1990 – luvulla mikroelektroniikan ja IT-tekniologioiden läpimurron yhteydessä. Tälle sukupolvelle tyypillisiä piirteitä olivat seuraavat:

- valmistusprosessien integraation ja automaation lisääntyminen nostavat tuotantokoneiden hintoja. Tämän johdosta puutekustannukset (suurelta osalta toteutumaton kate) ovat suuremmat kuin kunnossapito- ja korjauskustannukset
- uudet teknologiat, kuten elektroniikka, pneumatiikka, AL (artificial intelligence, keinoäly) sekä kompleksiset (monia eri teknologioita käyttävät) tuotantovälineet muuttavat kunnossapitäjien osaamisvaatimuksia. Ohjelmistojen (verkot, automaatio, jne.) kunnossapito on hyvä esimerkki tästä kehityssuunnasta
- kunnossapidossa tarvittavien työkalujen kuten testauslaitteiden hankinnat ovat karanneet käsistä. Ei ole mielekäästä panostaa testereihin, joiden hankintahinta on korkeampi kuin testattava järjestelmä/koje
- uuden teknologian tuotteiden elinkaaret lyhenevät kuukausiin tai jopa viikkoihin. Ei ole kannattavaa panostaa kyseisten teknologioiden hallintaan edes kunnossapidollisesti. Ts. valmistusprosessien osaamisen hallinta ei ole taloudellisesti järkevää, tästä johdosta sen on helpohkoa ajautua ulkopuolisille
- käynninvalvonta erilaisilla sensoreilla tuo uusia, tehokkaita työkaluja kunnonvalvontaan. Samalla kunnossapitäjien osaamisvaatimukset lisääntyvät (laajuus, syvyys ja ymmärrys)
- etävalvonta tuo asiantuntijuuden tarvittaessa lähes mahdottomaltakin tuntuviin paikkoihin. Esimerkiksi jos laivan pääkone ei toimi kunnolla, voidaan keskellä valtamerta ottaa yhteys valmistajan asiantuntijoihin, jotka mittaustulosten ja videokuvan avustuksella antavat tärkeitä neuvoja laivassa oleville korjaajille. Näin voidaan toimia myös värähtelymittauksissa, kun selvitetään vian alkuperää
- kunnossapidon tietojärjestelmillä saadaan laitteen toimintaan liittyvät tietomassat hallintaan ja palvelemaan kunnossapitäjiä
- verkostoituminen on muuttanut toimintamalleja ja ajattelutapoja. Muutokset ovat tehostaneet toimintoja ja tuottavuutta merkittävästi. /3/

### 3.1.2 Sukupolvien kehityksen askeleet

Myös kunnossapidon määritelmät ovat selvästi kehittyneet. Menetelmien kehittämisessä voidaan erottaa seuraavat askeleet:

#### 1. sukupolvi

- nopea reagointi ja korjaaminen ns. tulipalotyötä.

#### 2. sukupolvi

- jaksotetut kunnossapitotoimet
- työsuunnittelu, johtaminen
- suuret, hitaat tietokoneet.

#### 3. sukupolvi

- kunnonvalvonta
- kunnossapidon ja luotettavuuden huomiointi konetta suunniteltaessa
- riski-, vikaantumis- ja perussyyanalyysit
- asiantuntijajärjestelmät
- moniosaaminen.

#### 4. sukupolvi

- nopeat toiminnanohjausjärjestelmät → laitehistoriatietojen tehokas hyödyntäminen
- kunnossapito ei kohdistu enää vain mekaaniseen laitteeseen; mukana tulee myös laitteiden toimintoja ohjaavien ohjelmien kunnossapito
- älykkäillä sensoreilla voidaan mitata sellaisia kohteita, joiden mittaaminen ei ollut aikaisemmin mahdollista tai järkevää (esim. siirtymä-, värähtely-, lämpötila- ja muut vastaavat anturit)
- toiminnan laatua pystytään mittaamaan epäsuorasti esimerkiksi lopputuotteesta tai valmistusprosessinkäyttäytymisestä



- tietokoneteknologiat ovat kehittäneet laitteita, jotka mahdollistavat eriasteisen monitoroinnin (seuranta on tuotu valvomoihin). Lisäksi pystytään seuraamaan kohteita, joita ei aiemmin pystytty valvomaan
- etävalvonta helpottaa resurssien käyttöä ja mahdollistaa asiantuntijoiden käytön entistä tehokkaammin (annetaan asiantuntijoille tunnukset etäyhteyksien luomiselle). Näin heidän ei tarvitse tulla paikanpäälle selvittämään mahdollista ongelmaa
- käynninvalvonnassa seurataan sitä, että kohde toimii luotettavasti. Kun anturit (tai jokin muu seurantatieto) ilmoittavat, että toiminta poikkeaa normaalista, voidaan olettaa, että jossain on vikaa ja samalla käynnistää toimet poikkeavan syyn määrittämiseksi ja korjaamiseksi
- kunnossapidon ohjaukseen ja johtamiseen nousee uusia tekijöitä kuten tuotteiden ja toimintojen laatu, turvallisuus, ympäristöystävällisyys, jne.
- kunnossapidon avulla pystytään muuttamaan koneiden optimaalista toimintapistettä ja näin kompensoida mm. kysynnän vaihteluiden aiheuttamia tuotantomäärien vaihteluita. /3/

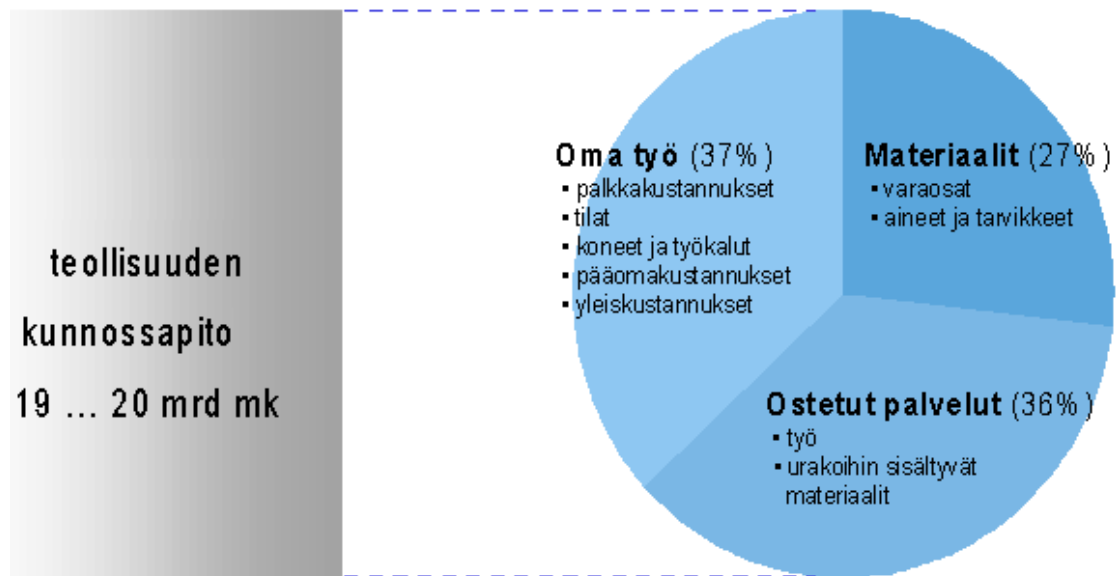
### 3.1.3 Kunnossapito kustannusten muutokset

Uuden vuosituhannen alku tuo muutos- ja kehityspaineita kunnossapidolle. Kunnossapidon kustannukset ovat kasvaneet johtuen siitä, että valmistusprosesseihin investoidaan jatkuvasti enemmän pääomaa suurempien tehojen ja lisääntyneen automaation muodossa. Näin ollen kunnossapitäjien vastuulle jää jatkuvasti kasvava määrä sidottua pääomaa. /3/

Kunnossapidon kustannusten kehittymistä voidaan esittää seuraavanlaisesti:

*”Tuotantomäärän kasvaessa, kasvavat yleensä samanaikaisesti kunnossapitokustannukset. Samanaikaisesti kunnossapitokustannusten nousun tulee olla hallittua ja hyvä seuranta hallitulle kustannusnousulle on kunnossapitokustannus tehtyä tuotantoa kohden”.*

Kilpailukyvyyn säilymisen kannalta oleellista on, että kunnossapitokustannusten osuus valmiissa tuotteessa pienenee. Tämä merkitsee sitä, että vaikka kokonaiskustannukset useimmiten nousevat (ts. budjetti kasvaa vuosittain), samalla rahamäärällä on saatava aikaan enemmän. Tämä merkitsee sitä, että määrärahat on käytettävä siellä, missä ne tuottavat eniten. Tuottamattomiin kohteisiin ei kannate sijoittaa, tehdä kunnossapitoa. /3/



**Kuva 6. Kunnossapitokulujen jakauma. /2/**

Kunnossapitokustannuksiin voivat vaikuttaa myös tuotekategorian muuttuminen, jolloin aiemmin kunnossa olevalla ja hyvälaatuista tuotetta tehtävällä koneella on tarvetta tehdä jatkossa hieman erilaista tuotetta. Tämä voi aiheuttaa kulutusosien nopeampaa vaihtoaikaa, laadullisesti tarkempaa toimintaa ja mahdollisesti sekä laitteelle tehtäviä muutostöitä, että laitekannan päivittämistä. Lisäksi vuosittain käytetyllä suunnitellulla seisokkiajalla on vaikutusta kustannuksiin. Tuotannon myötä määritellyt suunniteltujen seisokkien pituudet antavat luvan suuremmille muutostöille ja kunnostuksille, tämän johdosta myös kustannukset ovat vuosittain vaihdelleet.

Tehokkuuden ja automaation lisääminen korostaa myös **laadun** merkitystä, joka ilmenee:

- tuotannon laadun tasaisuutena (I-laatua)
- laadusta johtuvien hävikkien pienenemisenä (II-laatu ja romu)

- toimitusaikojen hallittavuutena (toimitustäsmällisyys)
- asiakkaiden tyytyväisyyteen ja haluna ylläpitää ja kehittää asiakas-toimittajasuhdetta. /3/

Laatuprosessissa kunnossapidon rooli on tärkeä. Kunnossapitäjien on toiminnallaan pystyttävä pitämään linja tuotantokuntoisena ja mahdollisesti pystyttävä vastaamaan korjauspyyntöön pikaisestikin, mikäli jokin linjan komponentin heikentynyt kunto alkaa vaikuttaa tuotannon laatuun. Tällaisissa tilanteissa vikaantunut komponentti pitää kyetä vaihtamaan mahdollisimman pikaisesti ja turvallisesti, jotta linjalla pystytään tekemään sille suunniteltu tuotanto suunnitellussa ajassa.

### **3.1.4 Turvallisuus**

Turvallisuus on noussut erääksi tärkeimmistä asioista. Yhteiskunta ja lainsäätäjät eivät hyväksy sitä, että liiketoimintaa tehtäessä yrityksen työntekijöitä edes altistetaan tapaturmalle. Turvallisuusasiat vaikuttavat kahdella tavalla. Rikkinäinen kone on usein vaarallinen. Lisäksi rikkoutuneen koneen kanssa toimittaessa joudutaan tekemään toimenpiteitä, joita ei ole voitu harjoitella tai niihin ei ole kyetty varautumaan. Nykyinen kehitys huolestuttaa; kunnossapitoseisokkien aikana sattuneiden suurien onnettomuuksien määrä on ollut kasvussa. /3/

Turvallisuus on nykypäivänä kuitenkin noussut yleisesti tärkeimmäksi asiaksi tuotannon tekemisen sijaan. Työtehtävistä kuten kunnossapitäjien suorittamista töistä ja käyttöhenkilöidenkin suorittamista töistä, tehdään riskinarvioiteja. Henkilöstöä koulutetaan jatkuvasti turvalliseen tekemiseen ja heidän asennettaan pyritään muuttamaan aiemman ”pikaisen korjaamisen” kiireestä nykypäivän enemmän harkitsevampaan turvallisempaan tekemiseen.

### 3.1.5 Ympäristöystävällisyys

Ympäristöystävällisyys on samoin korostunut. Mikäli yritys ei täytä viranomaisten asettamia määräyksiä, sen toiminta kyseenalaistetaan ja lopetetaan. Jos yritys ei täytä asiakaskuntansa asettamia vaatimuksia, kuluttajat lakkaavat ostamasta sen tuotteita ja lopputulos on sama. Valmistusprosessien koneiden monimutkaistuessakin myös vikaantumispotentiaali kasvaa. /3/

Lisäksi nykyajan tehoa tuottavat koneet pyritään valmistamaan ympäristöystävällisemmin menetelmin ja esimerkiksi moottorit ym. laitteet samalla myös energiataloudellisemmaksi. Oleellisesti myös laitteiden koon/tehon optimoimisella on vaikutusta sen vaadittavan toiminnon saavuttamiseksi, tehdään tänä päivänä tarkempaa suunnittelua energiasäästöjen ja ympäristöystävällisyyden puolesta.

## 3.2 Kunnossapidon peruskäsitteet

Kunnossapidosta on olemassa useita erilaisia toimintamalleja, strategioita ja menettelytapoja. Eri yrityksissä tehdään kunnossapitotyötä jonkin strategian mukaisesti. Tänä päivänä kuitenkin pyritään kasvavassa määrin paneutumaan ehkäisevään kunnossapitoon korjaavan kunnossapidon sijaan.

### 3.2.1 Ehkäisevä ja korjaava kunnossapito

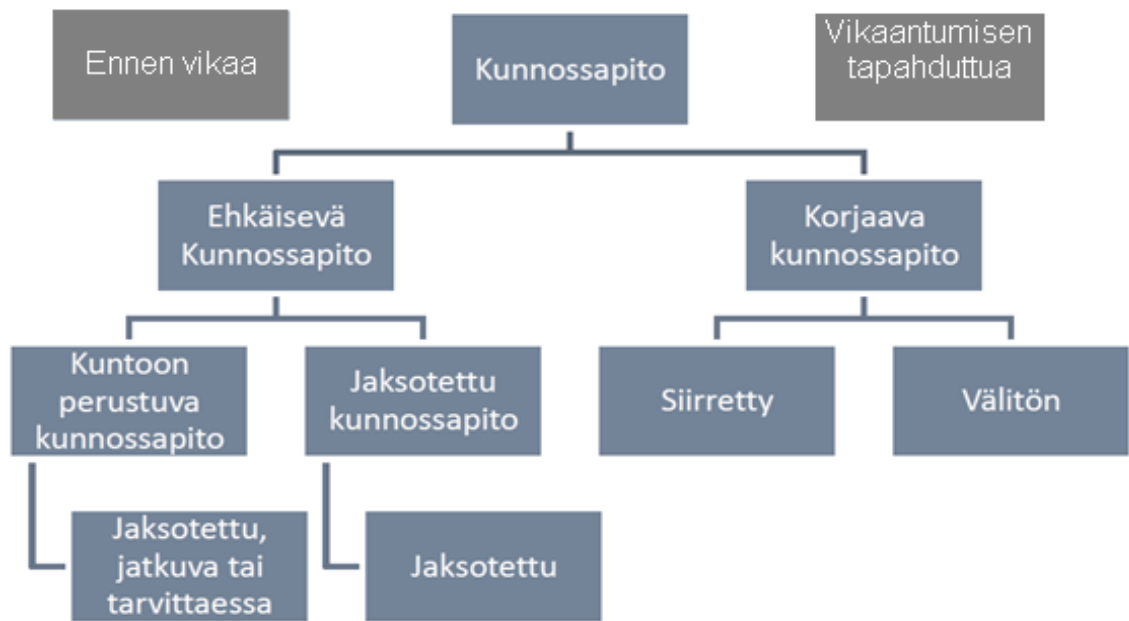
Kunnossapidon peruskäsitteet on esitetty SFS-EN 13306 - sekä PSK 6201 - ja PSK 7501 -standardeissa. Epävirallisempia, mutta laajalle levinneitä käsitteitä esiintyy monissa kunnossapidon toimintamalleissa. TPM:n avainkäsitteitä ovat käynnissapito ja autonominen kunnossapito tai käytön suorittama kunnossapito. Käytön suorittamasta kunnossapidosta käytetään myös lyhennettä ODR. Uusia käsitteitä esiintyy myös lentokoneiteollisuuden käyttämissä MSG-1, -2 ja -3 ohjelmissa, joiden avulla luodaan uuden liikennelentokoneen minimihuoltovaatimukset. Ne kattavat lentokoneen, moottorit

ja koneen järjestelmät. MSG-3 on looginen päätöksentekoprosessi, joka kehitettiin 1980 ATA:n (Air Transport Association of America) huolto-ohjaustyöryhmässä. Tavoite on luoda paras mahdollinen huolto-ohjelma, joka takaa maksimi luotettavuuden lentokoneelle taloudellisesti järkevin kustannuksin. MSG-ohjelmista kehitetty RCM esittelee myös joukon uusia käsitteitä. /1/

RCM jakaa kunnossapitotoimet ennakoiviin (proactive actions) sekä reagoiviin (default actions). Ennakoiviin toimiin kuuluvat:

- vikaantumisen havaitseminen (vikaantuminen havaitaan ennen rikkoutumista, RCM termi on scheduled on-condition task, eli tarkastettava kohde vielä toimii, mutta alkanut vikaantuminen on havaittavissa)
- vikaantumisen estäminen (vikaantumismahdollisuutta pienennetään jaksotetulla kunnostamisella, RCM käyttää termiä scheduled restoration task, jaksotettu toimintakyvyn palauttaminen/kunnostaminen)
- vikaantumisen estäminen (vikaantumismahdollisuutta pienennetään jaksotetulla uusimisella, RCM termi on scheduled discard, eli jaksotettu uusiminen).

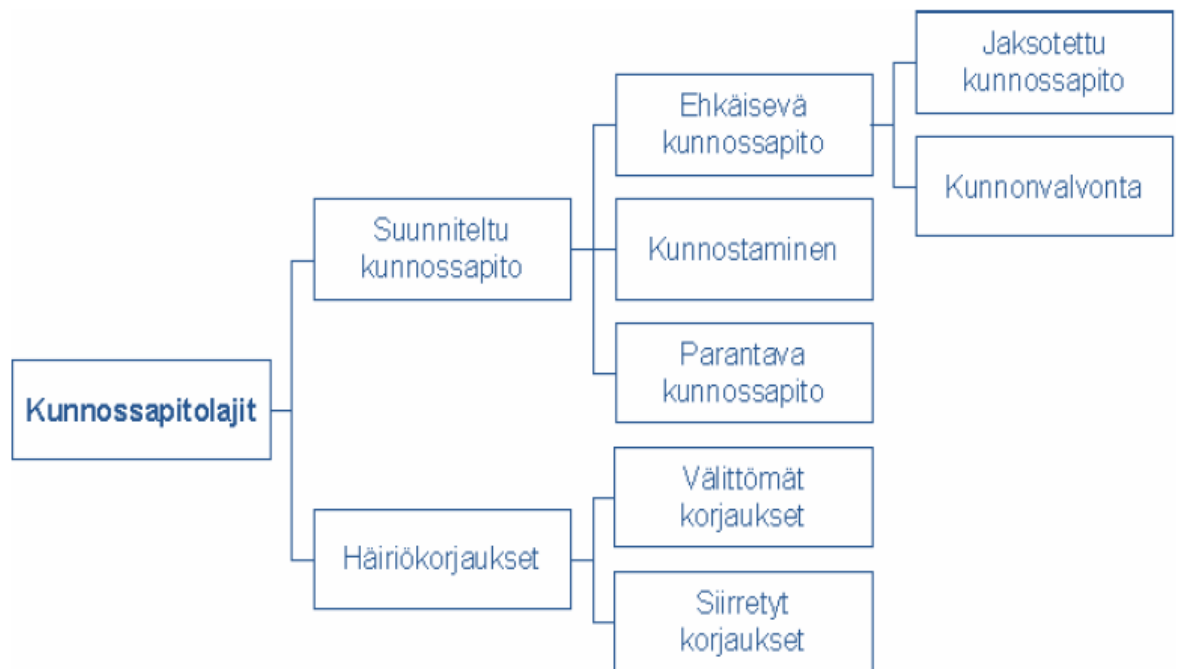
SFS-EN 13306 jakaa toimenpiteen vian havaitsemisen mukaan (kuva 7). Standardeissa vika määritellään tilaksi, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa. Näin ollen ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät kaikki ne toimenpiteet, joita suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää komponentin toiminnan. Päämäärä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen / osan toimintakyvyn heikkenemistä. /1/



**Kuva 7. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306) /1/**

SFS-EN 13306 standardin esittämä jako ei ole kuitenkaan tarkka. Lisäksi standardin jakoperuste ehkäisevään ja korjaavaan on liiketoiminnan kannalta huono. Suomalainen PSK 7501 onkin tässä suhteessa parempi. PSK 7501 mukainen jakoperuste on esitetty kuvassa 8. Kuvassa esiintyy uusi käsite, *kunnostaminen*, jolla tarkoitetaan korjaavaa kunnossapitoa, joka suoritetaan ennen kuin laite on vaurioitunut. Kunnostamista on esimerkiksi loppuun kuluneiden osien tai rakenteiden korvaaminen uudella ennen kuin vika pysäyttää kohteen toiminnan. /1/

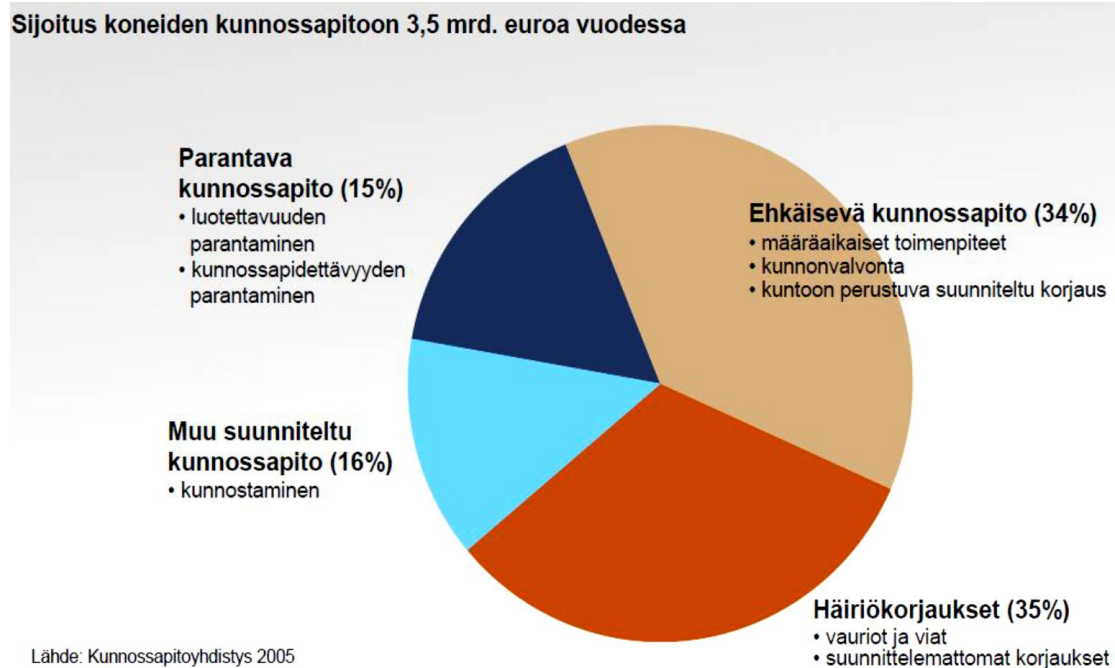
PSK 7501:n esittämä jako on sama kuin SFS-EN 13306:ssa esitetty, mutta tarkastelunäkökulma on taloudellinen. PSK:n mukainen jaottelu on myös käytössä teollisuudessa. /1/



**Kuva 8. Standardin PSK 7501 mukaiset kunnossapitolajit /11/**

Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy myös ennakoiva kunnossapito. Ehkäisevä kunnossapito on toimintaa, jossa pyritään konetta huoltamalla, pitämällä koneen toimintaedellytykset kunnossa sekä käyttämällä konetta tarkoituksenmukaisesti ehkäisemään vikojen syntymistä. Ennakoivassa kunnossapidossa puolestaan seurataan tiettyä vikamuotoa (vikaantumistapaa) jotta vikaantuminen voitaisiin havaita ajoissa. /1/

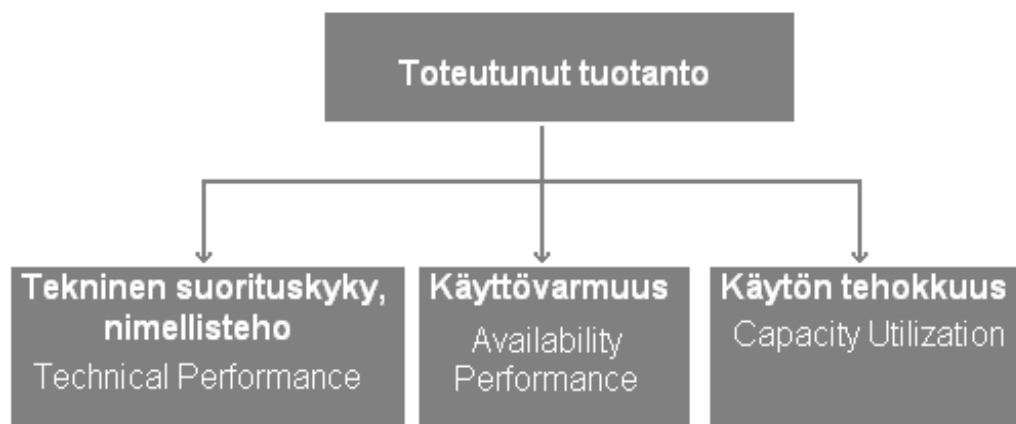
Kuvassa 9 on esitetty eri kunnossapitolajien suhde eri osa-alueiden välillä. Nykyaikana ehkäisevän kunnossapidon rooli on hieman suurempi, kuin häiriökorjausten. Tämä siitä syystä, koska esimerkiksi leikkauslinjoilla jokaiselle linjalle on tehty kriittisyysluokittelut ja tämän pohjalta on sitten tarkisteltu varaosatilanne ja luotu kriittisille laitteille uusia ennakkohuoltotoita.



**Kuva 9. Kustannusten jakautuminen kunnossapidon eri osa-alueiden välillä suomalaisessa teollisuudessa. /3/**

### 3.2.2 Luotettavuuskäsitteet

Yrityksen toiminnan tarkoituksena on tuottaa tuotteita. Tätä varten yrityksellä on tuotantoprosessi. Prosessin tuotanto määrä riippuu kolmesta tekijästä, jotka on esitetty kuvassa 10.

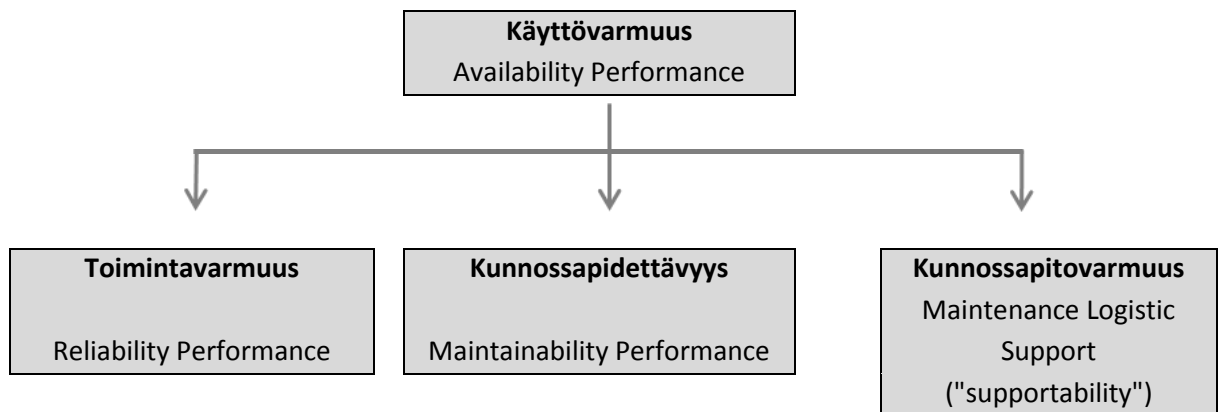


**Kuva 10. Koneen suorituskyky ja tekijät /1/**



Koneen suorituskky ja sen tekijät kuvan mukaisesti tuotantoprosessin tekemä tuotanto riippuu sen teknisestä suorituskyyvystä, käyttövarmuudesta (kuinka paljon konetta voidaan käyttää) ja kuinka tehokkaasti konetta käytetään. Käyttövarmuudesta käytetään joskus termiä *useability*. Tämä termi ei ole sama kuin *availability* eli käytettävyyys. Useability korostaa nimenomaan kohteen käyttökelpoisuutta. Tätä käsitettä käytetään puhuttaessa kohteen ergonomiasta, sijoittelusta, sekä turvallisuudesta. Useability sanalle tekijät suosittelevat käännöstä käyttökelpoisuus. /1/

Käyttövarmuus puolestaan jaetaan kolmeen osa-alueeseen kuvan 11 ja sen komponenttien mukaisesti.



**Kuva 11. Käyttövarmuus ja sen komponentit /1/**

Toimintavarmuus on kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto määrätyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson. Toimintavarmuus muodostuu seuraavista tekijöistä:

- konstruktio
- rakenteellinen kunnossapidettävyyys
- asennus ja siirto käyttäjälle
- huolto (tarve, toteutus)
- käyttö ja käytön laatu
- varmennus (back-up).

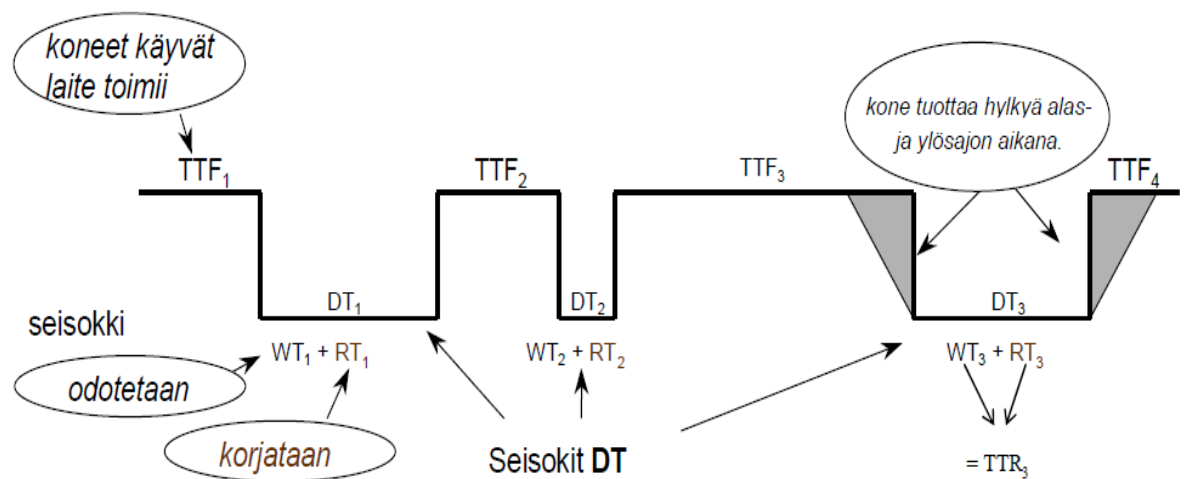
**Toimintavarmuus** on siis kohteen kyky, ominaisuus. Kunnossapidettävyyys on kohteen ominaisuus olla pidettävissä toimintakunnossa tai palautettavissa toimintakuntoon määritellyissä käyttöolosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja. Rajanveto toimintavarmuuden ja kunnossapidettävyyden tekijöiden välillä onkin joskus vaikeaa; jotkut käsitteet ovat jopa päällekkäisiä. /3/

Toimintavarmuutta mitataan vain esiintymistiheydellä. Tyypillinen mittari on keskimääräinen vikaväli MTBF (mean time between failures). Joissain yrityksissä toimintavarmuutta mitataan keskeytymättömällä tuotannon määrällä. Esimerkiksi Volvon tehtailla mittari on MPBF (mean pieces between failure, keskimääräinen keskeytymätön valmistusmäärä). /1/

**Kunnossapidettävyyteen** vaikuttavat tekijät ovat vian havaittavuus, huollettavuus ja korjattavuus. Tavanomaisin kunnossapidettävyyden mittari on korjaus- tai seisokkiaikaa mittaavat MTTR (mean time to repair, myös MRT, mean repair time) ja MDT (mean down time). /1/

Kunnossapitovarmuuden komponentit ovat

- hallinto ("byrokratia")
- työrutiinit, systeemit
- dokumentaatiot
- korjausvarusteet
- kunnossapitäjät (resurssit, kompetenssit, motivaatio)



**Kuva 12. Käyttövarmuuden aikakäsitteet kuvaaja /4/**

Kuvassa 13 on muutama laskentakaava siitä, kuinka esimerkiksi vikaväli, seisokkiaika, odotusaika ja korjausaika lasketaan. Näistä tunnetuimpia ovat MTBF ja MDT, joissain kunnossapito-organisaatioissa lasketaan myös työn vaatimaa korjausaikaa.

<p><b>Keskimääräinen vikaväli</b></p> $\text{MTBF} = \frac{\text{kokonaisaika}}{\text{seisokkien lukumäärä}}$ $= \frac{\text{TTF}_1 + \text{DT}_1 + \text{TTF}_2 + \text{DT}_2 \dots}{\text{seisokkien lukumäärä}}$	<p><b>Keskimääräinen seisokkiaika</b></p> $\text{MDT} = \frac{\text{seisokkien summa}}{\text{seisokkien lukumäärä}}$ $= \frac{\text{DT}_1 + \text{DT}_2 + \dots}{\text{seisokkien lukumäärä}}$	<p><b>Keskimääräinen odotusaika</b></p> $\text{MWT} = \frac{\text{WT}_1 + \text{WT}_2 + \dots}{\text{seisokkien lukumäärä}}$ <p><b>Keskimääräinen korjausaika</b></p> $\text{MTTR} = \frac{\text{TTR}_1 + \text{TTR}_2 + \dots}{\text{seisokkien lukumäärä}}$
---	--	---

**Kuva 13. Vika-aikojen laskentakaavoja. /8/**

TTF	time to failure (vikaantumisaika)
WT	waiting time (viiveaika)
RT	repair time (korjausaika)
TTR	time to restoration (toipumisaika) = WT + RT
TBF	time between failures (vikaväli) = TTF + TTR
MDT	mean down time (keskimääräinen seisokkiaika)
DT	down time (seisokkiaika)

### 3.3 Kunnossapitolajit

Kuten aiemmin kirjoitettu on kunnossapitolajeja standardisoitu jo useampia eri malleja kuten esimerkiksi SFS-EN 13306 ja PSK 7501. SFS-EN 13306 jakaa kunnossapitolajit kahteen osaan; ennen vikaantumista ja vikaantumisen jälkeen toteutettavaan kunnossapitoon. Ennen vikaa tapahtuvassa kunnossapitotoiminnossa on kyse ehkäisevästä kunnossapidosta, joka jakautuu kuntoon perustuvaan ja jaksotettuun kunnossapitoon. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa tarkkaillaan laitteen kuntoa erilaisten mittareiden, seurantalaitteiden tai analysointilaitteiden avulla. Näin ollen vian juurisyy pystytään yleensä havaitsemaan jo ennen vian varsinaista ilmenemistä visuaalisesti. Jaksotetussa kunnossapidossa käytetään yleensä hyödyksi laitteen aiempaa historiatietoa tai laitetoimittajan antamia ohjeita laitteen huoltovälien määrittelymiseen. Mikäli laite pääsee jo vikaan saakka, kuuluvat toimenpiteet jo korjaavan kunnossapidon puolelle. Toimenpide voi olla joko välitöntä tai siirrettyä. Mikäli laitteella ei kyetä tekemään tuotantoa, ennen kunnostusta on toimenpide välitöntä ja jos laitteella voidaan ajaa seuraavaan jaksotettuun huoltoon (seisokkiin) on toimenpide siirrettyä kunnossapitoa.

Kunnossapidossa voidaan tunnistaa viisi pääalajia, jotka on jaoteltu seuraavasti:

1. huolto
2. ehkäisevä kunnossapito, johon sisältyy jaksotettu kunnostaminen, kunnonvalvonta, kuntoon perustuva kunnossapito sekä ennustava kunnossapito
3. korjaava kunnossapito, johon sisältyy kunnostaminen ja korjaaminen
4. parantava kunnossapito (modifications, upgrading, modernizations)
5. vikojen ja vikaantumisen selvittäminen (SFS-EN 13306 ja PSK 7501 eivät tunne tätä käsitettä). /3/

Yllä esitetty jako viiteen ryhmittää kunnossapitolajit luonteviksi kokonaisuuksiksi, joiden avulla hallitaan tuotantolaitoksen kunnossapito seuraavasti:

- huollon keinoin pidetään koneiden toimintaympäristö ja edellytykset mahdollisimman hyvänä. Huolto on pääsääntöisesti jaksotettua (käyttöaika, määrä sekä käytön rasittavuus)
- ehkäisevä kunnossapito koostuu joukosta tekniikoita, joiden avulla pyritään vikaantumisen estämiseen ja hallintaan. Vikaantumisen estäminen perustuu

komponentin vaihtamiseen (korvaaminen uudella) määrätyn väliajoin. Vikaantumisen hallinnassa etsitään vikoja, jotka eivät ole vielä pysäyttäneet konetta. Toimenpiteet voivat olla jaksotettuja, jatkuvasti suoritettavia tai ne tehdään tarvittaessa

- korjaavan kunnossapidon menetelmin korjataan (kunnostetaan) havaitut viat
- parantavan kunnossapidon menetelmin parannetaan koneiden käytettävyyttä ja luotettavuutta sekä muutetaan kunnossapidollisesti epäedullisia kohteita paremmiksi
- vikojen ja vikaantumisen selvittämisen menetelmillä paikannetaan tekijöitä, jotka vaikuttavat tuotantoprosessiin epäsuotuisasti. Ongelma saattaa olla esimerkiksi väärä käytötapa tai huonosti suunniteltu komponentti. /3/

### **3.3.1 Korjaava kunnossapito**

Korjaavan kunnossapidon keinoin vikaantuvaksi todettu osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon (korjataan). Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla voidaan laskea osan tai komponentin elinaika. Korjaava kunnossapito voi olla joko häiriökorjaus (suunnittelematon) tai kunnostus (suunniteltu). Korjaavaan kunnossapitoon sisältyvät seuraavat toimet:

- vian määrittäminen (fault diagnosis, trouble shooting)
- vian tunnistaminen (fault recognition) vian paikallistaminen (fault localization)
- korjaus (repair)
- väliaikainen korjaus (temporary repair)
- toimintakunnon palauttaminen (restoration). /1/

### **3.3.2 Huolto**

Huoltamalla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto

tehdään määrävälein (välit määräytyvät käyttöajan tai käyttömäärän mukaan ottaen huomioon myös käytön rasittavuuden). Jaksotettuun huoltoon sisältyy seuraavat toimet:

- toimintaedellytysten vaaliminen, käytön suorittama kunnossapito (ODR, operator driven reliability)
- puhdistus (cleaning)
- voitelu (lubrication)
- huoltaminen, huolto (servicing)
- kalibrointi (calibration)
- kuluvien osien vaihtaminen (replacement of wear and tear items)
- toimintakyvyn palauttaminen (restoration of deterioration).

Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat osittain päällekkäisiä. SFS-EN 13306 ryhmittelee toiminnot eri tavalla. /1/

### **3.3.3 Ehkäisevä kunnossapito**

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Päämäärä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen / osan toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä (aikataulutettua tai jatkuvaa) tai sitä tehdään vaadittaessa. Tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät muun muassa:

- tarkastaminen (inspection, overhaul)
- kunnonvalvonta (condition monitoring)
- määräystenmukaisuuden toteaminen (compliance check)
- testaaminen / toimintakunnon toteaminen (visual and functional test)
- käynninvalvonta (monitoring)
- vikaantumistietojen analysointi (trend analysis, equipment history analysis) – TPM:n peruskäsitteitä (SFS-EN 13306 ei tunne tätä käsitettä).

Kunnonvalvontaa tehdään kohteen toimiessa tai seisokin aikana. Kunnonvalvonnan avulla etsitään oireilevia vikoja tai todetaan havaintojen avulla kohteen olevan toimintakunnossa.

/1/

### **3.3.4 Parantava kunnossapito**

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä kohdetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset, mutta kohteen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta. Tällainen toimenpide on esimerkiksi vanhojen tasavirtakäyttöjen korvaaminen taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla. /1/

Toisen pääryhmän muodostavat erilaiset uudelleensuunnitellut ja korjaukset, joilla parannetaan koneen epäluotettavuutta (engl. improve inherent design weakness). Tarkoituksena on siis muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi, eikä niinkään muuttaa suorituskykyä. /1/

Kolmanteen pääryhmään kuuluvat modernisaatiot, joissa kohteen suorituskykyä muutetaan. Yleensä modernisaatiolla uudistetaan koneen ohella valmistusprosessi. Esimerkiksi jos vanhentuneella leikkauslinjalla ei pystytä tuottamaan kilpailukykyisesti uutta teräslajia, mutta linjalla on vielä elinaikaa jäljellä, on usein järkevämpää uudistaa vanha linja kuin romuttaa se ja ostaa uusi tilalle. Tämä tilanne esiintyy yhä useammin, kun linjan elinjakso on pidempi kuin sen valmistamien tuotteiden elinkaaret, vanhalla linjalla ei enää pystytä kilpailukykyisesti valmistamaan sellaisia tuotteita kuin mitä markkinat haluaisivat. /1/

### **3.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen**

Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei toistaiseksi ole mielletty kunnossapitoon kuuluviksi toiminnoiksi. Niiden tärkeys toki ymmärretään, mutta vain harvassa yrityksessä näiden asioiden tekeminen on systemaattista. Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei ole käsitelty kunnossapidon standardeissa. Kansainvälisissä kunnossapitokonferensseissa on

kuitenkin viime vuosina esitetty useita esimerkkejä näiden menetelmien menestyksellisestä käyttämisestä. Asiantuntijoiden mielestä vikahistorioiden ja riskianalyysien käyttö muodostuvat erääksi tärkeimmistä kunnossapitoa ohjaavista voimista, josta syystä ne on otettu mukaan tähän työhön. /1/

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä selvitetään vian perussyä sekä vikaantumisprosessi. Tulosten perusteella voidaan suorittaa toimenpiteitä, joilla estetään vastaavan vahingon uusiutuminen. Koska analyysien tekeminen vaatii erikoisosaamista, ei aivan jokaista rikkoontumista kannata analysoida (amerikkalaiset esittävät, että esimerkiksi perussyyselvitystä kannattaa käyttää vain alle 10 % vikatapauksista). Tavanomaisimmat menetelmät ovat:

- vika-analyysi (fault analysis)
- vikaantumisen selvittäminen, simulointi
- mallintaminen (reconstruction)
- perussyyn selvittäminen (RCFA, root cause failure analysis)
- materiaalianalyysit (analysis of material)
- suunnittelun analyysit (design analysis)
- vikaantumispotentiaalin kartoitukset / riskinhallinta.

Edellä käsitellyt käsitteet ovat tärkeimmät kunnossapidossa esiintyvistä. Muut tässä työssä käytetyt käsitteet selitetään silloin kun niitä käytetään. /1/

### **3.3.6 SFS-EN 13306 mukainen jaottelu**

SFS-EN 13306 mukainen jaottelu on esitetty taulukossa 1. Jaottelusta puuttuu RTF, run to failure (usein myös OTF, operate to failure), joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa ”käytä vikaantumiseen asti”. Tätä metodia käytetään vähäarvoisille, ei-kriittisille kohteille, joiden rikkoontuminen ei vaikuta tuotantoprosessiin. Tällaiselle kohteelle tehdään vain valmistajan ohjeistama huolto eikä muuta. Kun laite rikkoutuu, se yleensä vaihdetaan uuteen tai varalaitteeseen. /1/



**Taulukko 1. SFS-EN 13306 mukaiset kunnossapitotyypit ja strategiat /3/**

<b>Kunnossapidon lajit</b>	<b>Selitys</b>
<b>Ehkäisevä kunnossapito (Preventive Maintenance)</b>	Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoite on vähentää rikkoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä.
<b>Aikataulutettu kunnossapito (Scheduled Maintenance)</b>	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa tehtävien jaksottaminen perustuu aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään.
<b>Jaksotettu Kunnossapito (Predetermined Maintenance)</b>	Ehkäisevää kunnossapitoa, jaksotus perustuu kalenteriaikaan tai käytön määrään (työjaksojen lukumäärä). Koneen kunto ei vaikuta tehtäviin toimenpiteisiin.
<b>Kuntoon perustuva kunnossapito (Condition Based Maintenance)</b>	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa seurataan kohteen suorituskykyä tai suorituskyvyn parametreja ja toimitaan havaintojen mukaisesti. Seuranta voi olla aikataulutettua, jatkuvaa tai tehdään vaadittaessa.
<b>Ennustava kunnossapito (Predictive Maintenance)</b>	Kuntoon perustuva kunnossapito, joka perustuu niiden tekijöiden tarkkailuun ja analysointiin, jotka kuvaavat koneen suorituskyvyn heikkenemistä.
<b>Korjaava kunnossapito (Corrective Maintenance)</b>	Korjaava kunnossapito, jota suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen. Tarkoitus on palauttaa toimintakunto.
<b>Etäkunnossapito (Remote Maintenance)</b>	Kauko-ohjattu kunnossapito, joka tehdään siten, että kunnossapitohenkilökunta ei ole suoraan tekemisissä kohteen kanssa.
<b>Siirretty kunnossapito (Deferred Maintenance)</b>	Viivästetty korjaava kunnossapito, joka suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen viivästettynä (viive sovittujen ohjeiden mukaisesti).
<b>Välitön kunnossapito (Immediate Maintenance)</b>	Välitön kunnossapito, joka suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta vältetään hyväksymättömiltä seuraamuksilta.
<b>Käynninaikainen kunnossapito (On Line Maintenance)</b>	Käynnin aikainen kunnossapito
<b>Lähikunnossapito (On Site Maintenance)</b>	Paikanpäälle tehtävä kunnossapito (sijaitsee samassa paikassa kuin kohde).
<b>Käyttäjän suorittama kunnossapito (Operator Maintenance)</b>	Koneen käyttäjän suorittama kunnossapito

### 3.3.7 Muita jaotteluja

Uudet kunnossapidon työkalut, RCM edelläkävijänä, määrittelee kunnossapitolajit eri tavalla. Esimerkkeinä näistä käsitteistä olkoon seuraavat:

TD	time directed	jaksotettu (aikaperusteinen)
TDI	time directed intrusive	jaksotettu purkava (aikaperusteinen)
CD	condition directed	kunnosta riippuva
CDI	condition directed intrusive	kunnosta riippuva purkava
FF	failure finding	vian etsintä
DM	design maintenance	uudelleensuunnittelu / modernisaatio
DOMP	design out maintenance problem	uudelleensuunnittelu / modernisaatio

Lentokoneteollisuus ja lentoyhtiöt käyttävät MSG-ohjelmissaan samanlaisia kunnossapitolajeja kuin RCM. /1/

## 3.4 Kunnossapitostrategiat

Kunnossapitostrategioiden suunnitteluun ja laatimiseen on olemassa useita eri menetelmiä ja malleja. Lisäksi strategian laatimiseen on olemassa myös työkaluja, kuten esimerkiksi TPM ja RCM. Jotta saavutettaisiin mahdollisimman tehokas kunnossapitostrategia, on osattava suunnitella laitteille mahdollisimman selkeä ja laitekannalle mahdollisimman oikean tyyppinen kunnossapitostrategia. Sekä laitetta käyttävän henkilöstön, että laitteita kunnostavan henkilöstön on osattava tehdä työnsä siten, että koneen suorituskyky pystyttäisiin ylläpitämään mahdollisimman korkealla ja havaittavista poikkeamista pystyttäisiin valmistelevaan seuraavaan tuotantokatkokseen työmääräin poikkeaman poistamiseksi.

Tuotantolinjalla on yleensä useita laitteistoja ja yksittäisten komponenttien määrä on näin ollen yleensä todella laaja. Tästä johtuen jokaista komponenttia ei kyetä seuraamaan yhtä tarkasti ja vikaantumista havaitsemaan tarvittavan aikaisin. Kunnossapito kustannuksien optimoimiseksi ei ole myöskään järkevää ajaa kaikkia laitteita vikaan saakka tai

esimerkiksi uusia komponentit tietyn tuotettavan tonnimäärän tai tuntimäärän jälkeen. Tästä johtuen on alettu suunnittelemaan erinäisiä kunnossapitostrategioita. Kunnossapidon tärkein tavoite on optimoida kunnossapitokustannukset, kohdistaa kunnossapitotyöt linjan oikeisiin laitepaikkoihin ja vaihdettava vain tarvittavat komponentin aikajaksoisesti, jotta kyettäisiin pitämään laitteet niiden suunnitellun tuotannon tekemisessä.

Ammattitaitoisella kunnossapidolla saadaan paljon tehollista toimintaa, joka osaltaan myös vähentää kunnossapitokustannuksia. Monesti kuulee sanonnan, että ”älä avaa ehjää laitetta”. Tämä sanonta tulee toteen, mikäli kunnossapito ei ole ammattimaista ja laitteen toimintaa sekä oikeiden varaosien tuntemusta ei ole. Koneiden komponenttien heikkouksiin havainnoimiseen voidaan käyttää esimerkiksi RFCA (Root Cause Failure Analysis) menetelmää työkaluna, tai FMEA (Failure Mode Effect Analysis) menetelmää.

Kunnossapitostrategian valinta ja suunnitteleminen on pitkäjänteistä työtä. On kyettävä tunnistamaan prosessit, laitteet, häiriöt, vikaantumismekanismit ja kuinka laitteet toimivat erilaisia huoltomenetelmiä apuna käyttäen. On siis tunnistettava laitteet ennen kuin strategiaa alkaa suunnitellakaan. Kaikkea ei kannate huoltaa, eikä siihen yleensä ole nykypäivänä resurssejakaan.

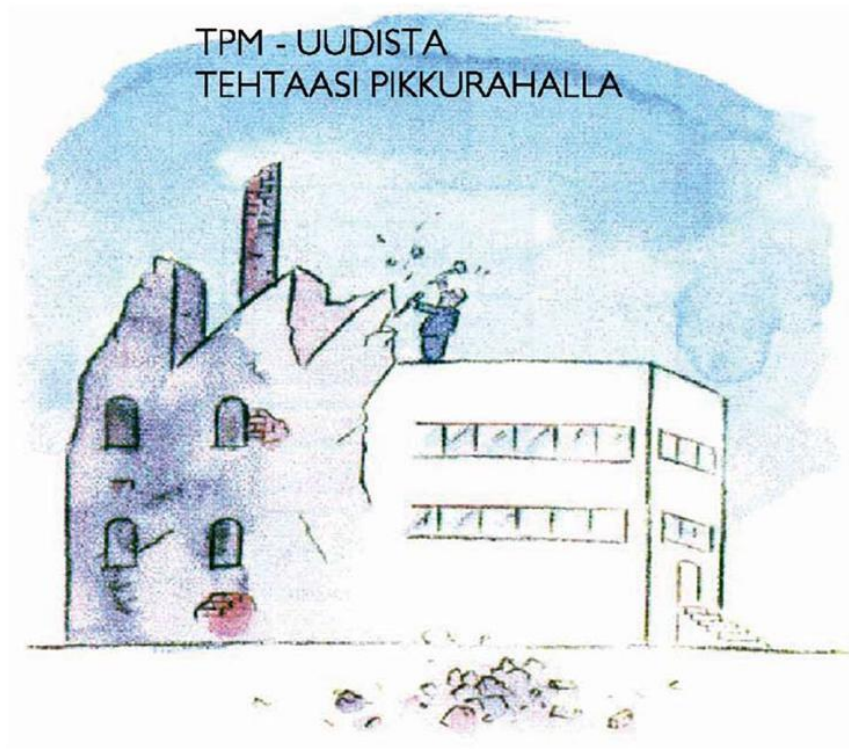
Mikäli halutaan tavoittaa paras mahdollinen tulos, käytettävyyden, tuottavuuden ja kustannustehokkuuden puolesta on prosessi, sen laitteet ja toimintamenetelmät tunnettava jotta pystytään kohdistamaan niille niiden tarvitsema kunnossapito. On kyettävä määrittelemään esim. kriittisyysluokittelun ja RCM:n tai TPM:n perusteella laitteille oikean tyyppinen huoltostrategia. Tässä on otettava huomioon laitteen kriittisyys prosessiin, laatuun, käyttäjien turvallisuuteen, ym. tekijöihin. Onko laitteelle oltava varaosia, millaista huoltoa / kunnostusta se millaisellakin aikajänteellä tarvitsee, vai voidaanko osa vaihtaa sen rikkouduttua seuraavassa sopivassa tuotantokatkoksessa.

### 3.5 Käynnissäpidon strateginen suunnittelu

TPM:n perustalle pohjautuvan käynnissäpidon strategian voi yksinkertaisesti selkeyttää: enemmän ja parempia tuotteita ilman merkittäviä investointeja samalla henkilökunnalla. Huipputuloksiin pyrittäessä laitoksen konekanta on jonkinlainen perusta sille, kuinka paljon tuotantoa ja millaista laatua siitä raamista ylipäättään on mahdollista tuottaa. /5/

TPM vaatii sekä kunnossapidon, että käytön yhteistä osallistumista. Työn tekemisessä tarvitaan molempien osapuolten aktiivisuutta, jatkuvaa toimivuutta ja keskittymistä omaan toimintaan ja hakea niistä kohteita joita voitaisiin tehdä toisin, nopeammin, turvallisemmin ja helpommin.

Parasta mahdollista lopputulosta ei kuitenkaan saavuteta pelkästään oikeantyyppisen strategiankaan avulla. On myös huomioitavalaitteen ympärillä olevien ihmisten roolit ja tekeminen. Huono joukkue ei saavuta hyvää tulosta aikaan uusistakaan laitteista tai hyvistä prosesseista ja hyvä joukkue kykenee saamaan paremman tuloksen vanhoillakin laitteilla (kuva 14). Valmet Automotivella, on todettu, että ”insinöörit osaavat rakentaa tehtaan, mutta eivät tehokasta sellaista – työntekijät taas kehittävätkin tehdasta tehokkaan heidän omilla toiminnoillaan”. /5/



**Kuva 14. TPM:n perusajatus: Vain vähän uutta tekniikkaa ja paljon uutta toimintatapaa /5/**

Valitettavan usein tuotantolaitoksissa on havaittavissa, että käynnissäpidon strategiaa ei ole olemassa ja kunnossapidon ainoa strateginen tavoite, minkä yrityksen johto on ymmärtänyt antaa, on se, että kunnossapidon kustannuksia on alennettava x %. Kustannusten minimointi kunnossapidon keskeisimpänä strategiana voisi toimia, jos seuraavat edellytykset tai ainakin osa niistä täyttyy:

- Asiakkaat pitävät isoja varastoja, eikä heille toimitusaikojen pitävyys ole tärkeää.
- Tuotantolaitoksella on merkittävästi ylikapasiteettia, ja laitos käy koko ajan pienellä teholla.
- Kilpailu on heikkoa, ja tuotantolaitos pystyy hinnoittelemaan tuotteensa melko vapaasti, jolloin heikko tuottavuus voidaan korvata hintoja korottamalla.
- Tuotantolaitos pitää isoja varastoja kohtuullisen toimitusvarmuuden turvaamiseksi.

Seuraava kysymys sitten onkin: onko globaalissa markkinataloudessa enää varaa tällaiseen liiketoimintaan millään toimialalla? Vastaus lienee hyvinkin selvä: ei ole. /5/

### 3.5.1 Suunnittelun perusteet

Hyvään tulokseen pyrkivän käynnissäpidon strategian tulee pohjautua seuraavassa esitettyihin neljään elementtiin.

#### *Asiakkaan toimitustäsmällisyysvaatimukset ja asiakaslupaukset toimitustäsmällisyydestä*

Käynnissäpidon suunnittelu alkaa siis yrityksen asiakkaalle antamista lupauksista. asiakaspalvelukset määrittelevät muun muassa sen, millaiset tuotantokatkokset prosessi sietää ilman, että asiakastoimituksissa aiheutuu häiriöitä. Tämä on *tärkein vaatimus kunnossapitostrategian muodostamisessa*. Valitettavan usein kunnossapitoasioita suunniteltaessa asiakasnäkökulma ei tule edes keskusteluun, eikä kunnossapito-organisaatiolla välttämättä edes ole tietoa asiakasvaatimuksista. /5/

#### *Tuotantostrategia*

Tehokkaasti toimivissa laitoksissa noudatetaan usein LEAN-toimintamallia. Tuotannon osalta LEAN tarkoittaa mm. sitä, että tuotteita tehdään vain asiakastilauksille, tuotannon läpimenoajat on trimmattu hyvin tehokkaiksi ja tuotteet lähetetään asiakkaalle niiden valmistuttua ilman siirtoa varastoon. Tällöin jo yhden vuorokauden tuotantokatkos voi aiheuttaa asiakastilauksien myöhästymisen. Vaatimukset kunnossapidolle ovat siis todellakin vähintään haasteelliset. Kovimmat haasteet ovat yrityksissä, joissa:

- asiakkaat eivät pidä varastoja ja edellyttävät ehdotonta toimitusaikojen pitävyyttä
- tuotantolaitos toimii keskeytymättömässä kolmivuorojärjestelmässä
- tuotantolaitoksen kapasiteetti on myyty täyteen
- laitos toimii LEAN-mallilla, eli tuotteet on myyty, kun niiden valmistus alkaa, ja ne toimitetaan sovittuna aikana asiakkaalle suoraan tuotantolinjan loppupäästä ilman varastointia. /5/

LEAN-ajattelu on johtamisfilosofia, jonka tavoitteena on nimenomaan keskittyä seitsemän erilaisen turhuuden (tuottamattoman toiminnon) poistamiseen, LEAN-ajattelun avulla pyritään parantamaan asiakastyytyvyyttä, valmistettavan tuotteen laatua ja optimoimaan

toiminnan kustannuksia sekä lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. Lean pyrkii siihen että oikea määrä, oikeanlaatuista, oikeita asioita, saadaan oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan ja oikeanlaatuista. Samaan aikaan vähennetään kaikkea turhaa, ollaan joustavia ja avoimia muutoksille. Arvoa tuottamattomiksi toiminnoiksi ns. turhaksi lasketaan:

- kuljetukset
- varastot
- liike
- odotusaika
- ylituotanto
- yliprosessointi
- viallinen tuote. /6/

Näiden tuottamattomien toimintojen poistamiseen LEAN-ajattelu tarjoaa useita työkaluja, kuten jatkuvaa kehittämistä, imuohjausta (FIFO) ja virhemahdollisuuksien prosessista eliminointia. Lean ajattelu on saanut nimensä 1990-luvun myyntimenestyksestä, Womackin ja Jonesin kirjoittamasta kirjasta "The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production". Kirja kertoo Toyotan menestyksestä, ja autoteollisuuden muutoksista LEAN-tuotantoa kohti, ja esittelee 5 ydinkonseptia:

- arvon määrittämisen perustuminen asiakkaan näkemykseen
- arvoketjun tunnistaminen ja kaiken arvoa tuottamattoman toiminnan poistaminen, jolloin pyritään tekemään vain tuotteen arvoa lisääviä asioita
- arvoketjun perustaminen asiakkaan tarpeisiin perustuvaan imuohjaukseen
- työntekijöiden mukaan ottaminen prosessien ja toimintamallien kehittämiseen
- toiminnan jatkuva kehittäminen. /6/

### ***Tuotantoprosessi ja sen luotettavuusvaatimukset***

Jos tuotantoprosessi on monivaiheinen, on käynnissäpidon strategioita suunniteltaessa määritettävä kullekin prosessivaiheelle omat vaatimuksensa siten, että koko järjestelmä tuottaa asiakasvaatimusten edellyttämän suorituskyvyn. Tämä tarkoittaa sitä, että joillakin tuotantolaitteilla sallitaan suurempi vikaherkkyys, kuin koko prosessin suorituskyvyn kannalta kriittisillä laitteilla. /5/

### ***Varastointipolitiikka***

Hyvän tuoton saavuttaminen sidotulle pääomalle edellyttää, että pääoma, siis myös varastoon sidottu pääoma, kiertää nopeasti. Tätä kautta tulevat tavoitteet varastomäärille ja sitä kautta myös kunnossapidolle. Poikkeuksena voivat olla sellaiset yritykset, joilla myynti vaihtelee hyvin voimakkaasti sesonkien mukaan. Yritys voi esimerkiksi tuottaa tuotteita varastoon kymmenen kuukautta ja myydä vaikka 80 % kokonaismyynnistä parin kuukauden aikana. Tällaisessa yrityksessä on kunnossapidolla pelivaraa ainakin siinä mielessä, että asiakastoimitukset eivät häiriinny tuotantokatkosten takia. Sen sijaan kustannustehokkuusvaatimus voi edellyttää, että laitos pyörii täydellä kapasiteetilla jatkuvasti, kun tuotantohenkilöstö on paikanpäällä. /5/

### **3.5.2 Suunnittelumalli**

Käynnissäpidon ja kunnossapidon suunnittelussa, kuten usein muussakin yritystoiminnan suunnittelussa, on havaittavissa pieniä ristiriitoja: yrityksen arvojen, visioiden, strategian ja operatiivisen toiminnan yhdensuuntaisuus voi olla hieman puutteellinen. Tarkoittaen, ettei jokainen yrityksessä toimiva henkilö ole omaksunut tai ymmärtänyt mikä on tärkeintä yritystoiminnan hyvinvoinnille ja kuinka omalla työpanoksella pystyisi parhaan tuloksen saavuttamaan. Toisin sanoen osa henkilöstöstä sitoutuu varsin mallikkaasti tuotantoprosesseihin ja omaan työhönsä ja toinen äärilaita henkilöstöstä on vain ns. töissä yrityksessä, eivätkä piittaa vähääkään: prosesseista, tuotteista tai muista vastaavista asioista. Yrityksellä tulee olla toimiva prosessi, jolla strategiat kehitetään operatiivisiksi suunnitelmiksi ja tavoitteiksi. On yleistä, että yrityksen johdon laatima strategiapaperi elää omaa elämäänsä, ja käytännön toiminta toteuttaa heikosti strategiaa. /5/

Esimerkiksi Outokummulla on useita erityyppisiä prosesseja ja yksi johdon strategia, joten on itsestäänkin selvää, jotta strategiaa pitää yrittää toteuttaa mahdollisimman selkeästi. Tämä ei ole kuitenkaan mahdollista jokaisen prosessin kannalta, sillä erityyppiset prosessit toimivat ja käyttäytyvät erilailla. Näin ollen on osattava tulkita prosesseja ja luotava vastuualueensa prosesseille sellainen operatiivinen suunnitelma joka noudattaisi mahdollisimman paljon johdon strategiaa ja näin ollen omat prosessit pystyisivät tuottamaan mahdollisimman hyvin. Jokaisella vastuualueella on siis seurattava johdon



antaman strategian määritteitä ja luotava alueelle oma strategia. Johdon määrittelemä strategia on prosessoitava läpi koko organisaation suorittavien ryhmien kanssa siten, että jokainen henkilö yrityksessä ymmärtää, miten hän voi omalla toiminnallaan edistää strategian onnistumista.

Strategian ja tavoitteiden on oltava selkeät, jotta jokainen ne pystyisi omaksumaan. Strategian esittelijän on myös ymmärrettävä strategia ja oman organisaation malli / luonne, jotta hän pystyy ns. myymään strategian alaisilleen ja saa jokaisen sitoutumaan strategian noudattamiseen. Kun strategiamalli on jokaiselle annettu, on sitä myös alettava noudattamaan. Strategiat eivät kuitenkaan aina pelasta yritystä huonoista ajoista, mutta antavat kuitenkin suuntaviivoja mitä tulisi saavuttaa ja mikä olisi yritystoiminnan ja pinnalla pysymisen kannalta tärkeää. Onkin osattava seurata toimintaa ja kyetä muuttaman sen suuntaa kun tulos ei ole tavoitellun kaltainen. Tässä suunnitelmien muutosvaiheessa on PDCA – malli varsin toimiva työkalu.



**Kuva 15. PDCA – malli, johtamisen perusmalli**

- P – Plan tarkoittaa strategian ja toimintojen suunnittelemista ja käytettävien menetelmien valintaa.
- D – Do tarkoittaa Toimintaa suunnitelmien mukaisesti, toteuman seuranta ja toteuman raportoimista.

- C – Check tarkoittaa saavutettujen tulosten analysointia, eri tarkisteluja kuinka suunnitellut toimenpiteet toimivat.
- A – Act tarkoittaa toimia tarkistustulosten ja analyysien perusteella, viestintää, palkitsemista, ehkäisevää – ja parantavaa toimintaa.

### 3.5.3 Hävikkien tarkastelu

TPM filosofian eräs kulmakivi on prosessien tarkastelu hävikkien kautta. LEAN filosofia on viimeisinä vuosina korostanut hävikkien tarkastelua ja niiden vastaista torjuntaa. Käynnissäpidosta ja kunnossapidosta aiheutuvat hävikit voidaan jakaa kuuteen pääryhmään:

- Suunniteltu huoltoseisokki.
- Laitevika-aika.
- Aloitus- ja asetus aika.
- Vajaateholla ajaminen ja lyhyet pysähdykset.
- Laitevioista johtuvat laatutappiot.
- Laitevioista johtuva materiaalihävikki. /5/

#### *Suunniteltu huoltoseisokki*

Huoltoseisokkien määrää voidaan vähentää ainakin muutamalla erilaisella menetelmällä. Huolto-ohjelmia tulee arvioida jatkuvasti huoltotyön määrän näkökulmasta. On jatkuvasti asetettava kyseenalaiseksi: teemmekö liikaa huoltoa ja oikeita asioita huollossa?

Toinen tapa on lisätä resursseja huoltoseisokkeihin ja suorittaa seisokkiin suunnitellut korjaukset ja huollot seisokissa nopeammassa aikataulussa suorittaen töitä päällekkäin. Tässä tulee usein vastaan myös kannattavuustekijä. Resurssien voimakas lisääminen voi tulla kalliimmaksi, kuin se hyöty, joka saavutetaan lisääntyneellä tuotantoajalla. /5/

***Laitevika-aika***

Laitevika-ajan seuraaminen on yleensä melko helppoa. Tosin vieläkin monissa laitoksissa laiminlyödään häiriöaikojen tiedonkeruu, seuranta, analysointi ja raportointi. /5/

Joissain tapauksissa on hankalaa määrittää mistä laitteesta tai toiminnosta laitevika-aika syntyy. Näin ollen laitevika-ajan kohdistaminen ei kaikissa tapauksissa ole sataprosenttisen tarkkaa. Useissa tapauksissa prosessi voi käyttäytyä normaalista poikkeavin seurauksin ja juurisyytä ei välttämättä kyetäkään tunnistamaan. Tämän johdosta laite-vika aikojen tarkasteluun onkin paneuduttava ja häiriöiden juurisyitä etsittävä, jotta ne saataisiin korjattua.

***Aloitus- ja asetus aika***

Monissa tuotantoprosesseissa hukka-ajat ovat kaikkein merkittävimpiä. Niitä ei useastikaan lasketa saati analysoida, kun niiden oletetaan kuuluvan prosessin luonteeseen. Kun Toyota ja sen alihankkijat aloittivat TPM-toimintaa vuosikymmeniä sitten, suurimpia saavutuksia saatiin nimenomaan aloitus- ja asetus aikojen pienentämisellä. /5/

***Vajaateholla ajaminen ja lyhyet pysähdykset***

Kun laite rikkoutuu pahasti ja tulee pitkä korjausseisokki, siihen kiinnitetään yhtiön ylintä johtoa myöten huomiota. Kun laiteella on lyhyitä, muutaman sekunnin tai muutaman minuutin tuotantokatkoksia vaikkapa joka tunti, pidetään niitä usein prosessin luonteeseen kuuluvina häiriöinä, eikä niihin kiinnitetä mitään erityistä huomiota. Kuitenkin tällaisissa lyhyissä häiriöissä saatetaan menettää tuotantoaikaa ja rahaa moninkertaisesti suurempiin yksittäisiin vikoihin verrattuna. /5/

Lyhyillä pysähdyksillä on toisinaan vaara jäädä kokonaan piiloon, kun niihin ei oikealla vakavuudella puututa. Joissain tapauksissa on helpompi saada parannettua linjan OEE lukua kun pyritään poistamaan linjalla tapahtuvat lyhyet ja usein toistuvat pysähdykset. Kun lyhyitä pysähdyksiä sattuu paljon, voidaan niihin jo jossain määrin turhautua ja pitää näitä pysähdyksiä jo linjan ominaisuuksina, eikä niistä informoida eteenpäin kunnossapitäjien tietoon. Jokaisella lyhyellä pysähdyksellä on vaikutusta leikkauslinjoilla

syntyvän romun ja II-laadun syntymiseen oikaisukoneen painuman vuoksi. Näistä pysähdyksistä saadaan lähes jokaisella kerralla myös laatutappioita. Lisäksi lyhyiden pysähdysten jälkeen joudutaan linjaa starttaamaan jälleen hitaammalla nopeudella.

### ***Prosessivioista johtuvat laatutappiot***

Laatutappioiden jakaminen syitäin ei ole läheskään aina helppoa. Jos laatutappio syntyy esimerkiksi virheellisestä raaka-aineesta, sitä ei saa laittaa käynnissäpidon virheeksi. Tuotantolaitoksella tulee olla luotettava laatuvirhekustannusten seurantajärjestelmä, jonka avulla ulkoisista syistä aiheutuneisiin laatuvirheisiin puututaan niihin käytettävissä olevin keinoin ja käynnissäpidon järjestelmillä minimoidaan tuotantoprosessista aiheutuvat laatuvirheet. /5/

### ***Prosessivioista johtuvat materiaalihävikit***

Mitä edellä on sanottu laatutappioista, on sovellettavissa myös tähän kohtaan, sillä materiaalihävikki on useimmiten vain yksi osa puutteellista laatuja järjestelmää. /5/

Joissain prosesseissa prosessin vioittumisesta tai väärän laisesta toiminnasta ei saadakaan heti selvyyttä prosessin sisäisessä vaiheessa, vaan prosessin mahdollisista vioista saadaan tietoa vasta tuotteen myöhemmissä prosessivaiheista. Näin ollen tuotanto joudutaan tekemään uudelleen tai mahdollisesti se voidaan myydä ns. II- laatuna. Toisen prosessivaiheen vioista johtuvien materiaalihävikkien ja vioittuneen prosessivaiheen löytäminen on hankalampaa riippuen prosessivaiheiden määrästä tai pituuksista. Tähän kuitenkin helpotuksena voisi olla kunkin prosessivaiheen jälkeen tehtävä tarkastus.

## **3.5.4 Yhdistävä malli**

Taulukossa 2 on esitetty käytännössä hyväksi havaittu, strategisen ja operatiivisen suunnittelun yhdistävä malli. Siinä suunnittelu etenee päämääristä lähtien kohti yksityiskohtaisempia suunnitelmia ja tavoitteita. Malli on kolmiportainen, johon kuuluu päämäärien asettaminen, niiden toteutumisen edellytykset ja tavoiteasetanta.

***Päämäärien asettaminen***

Ensimmäisessä portaassa tehtaan johto asettaa käynnissäpito - ja kunnossapitotoiminnalle muutaman keskeisen päämäärän, joita tulisi noudattaa mahdollisimman sujuvasti. Esimerkissä päämäärien ryhmittely lähtee hävikeistä ja tavoitteet hävikkien vähentämisestä. Ensimmäisessä vaiheessa haetaan vastausta kysymykseen, mitkä ovat meidän päämäärämme? /5/

On tunnistettava omat prosessit, niiden luonteen omainen toimintamalli ja kunnossapidon vaikutukset linjan toimintoihin. Mikäli alueella on useampia eriluonteisia tuotantolinjoja, on annettuja päämääriä pyrittävä soveltamaan parhaalla mahdollisella tavalla.

***Päämäärien toteutumisen edellytykset***

Toisessa portaassa jokaiselle päämäärälle määritellään muutama asia, joissa tehtaan tulee onnistua, jotta päämäärät saavutettaisiin. Tässä haetaan vastauksia kysymykseen, missä meidän tulee seuraavaksi onnistua? /5/

Toteutumista seurattaessa ja raportoitaessa tulee saadun informaation olla asianmukaista ja oikeellista. Toteutuksen raportointi ei ole asiallista, mikäli mahdollisia vikoja ja puutteita toiminnassa ei raportoida asianmukaisella tavalla. Näin saadusta näytteestä voidaan pahimmassa tapauksessa tehdä vääristyneitä johtopäätöksiä ja näin ollen saadaan käytettyä kunnossapitoresursseja ja kustannuksia väärin kohteiden hoitamiseen.

***Tavoiteasetanta***

Kolmannessa portaassa määritellään onnistumisen avaintunnusluvut / mittarit ja tavoitteet niille. Tässä haetaan vastausta kysymykseen, mitä konkreettisilla mittareilla mitattavaa meidän tulee saada aikaan, mikä on se taso joka meidän tulee hyväksyä? /5/

Lisäksi on harkittava mikä on oikea määrä raportoinnille, raportoinnin laajuus ja laatu. Nykyaikana on kohtuullisen helppoa saada tietoa linjojen toiminnoista, häiriöistä, tuotannosta ja laadusta. Tietoa saadaan paljon automaatiojärjestelmien ja ihmisten havainnoimien kirjausten ansiosta eri järjestelmiin syötettyinä. Onkin varsin tärkeää valita

oikeat mittarit kertomaan missä mennään nyt ja kuinka tähän on päästy, mitkä ovat ne tekijät joiden avulla tavoitteet on saavutettu. On myös syytä välttää liiallinen raporttien tekeminen, sillä silloin raportoinneista katoaa tarkempi analysointi ja tuloksia ei tällöin kyetä tulkitsemaan oikein. Lisäksi mahdolliset virhetulkinnat aiheuttavat jälleen vääriä toimenpiteitä kunnossapidon hoitoon.

### **3.5.5 Näkökohtia strategisten päämäärien ja tavoitteiden asettamiseen**

Strateginen suunnittelu on kaikissa yritysmaaleissa taitolaji. Strategiset lähtökohdat vaihtelevat eri yritysten välillä hyvinkin voimakkaasti. Jopa yhden yrityksen lähtökohdat voivat vaihdella vuosittain, kun liike-elämän syklit ovat tihentyneet ja globaalissa taloudessa voi tulla laajasti markkinoihin vaikuttavia ja hyvin yllättäviä muutoksia melkein miltä suunnalta tahansa. Strategisen suunnittelun tulee elää ja mukautua niihin tilanteisiin, joissa sitä tehdään.

Käynnissäpidon strategiat eivät ole aivan yhtä ”suhdanneherkkiä”, joskin yrityksen kokonaistilanne vaikuttaa niihinkin merkittävästi. Seuraavaksi esitetään muutamia yleisiä havaintoja siitä, mitä strategisten päämäärien asettamisessa tulisi vähintäänkin ottaa huomioon. /5/

#### ***Mitkä ovat päämäärämme?***

Tuotantolaitoksen käynnissäpidon strategisen suunnittelun tulee lähteä kysymyksestä: ”Mikä on visio huippuluokan tehtaassa?” Vastaukset tähän kysymykseen ovat yleisellä tasolla melkoisen todennäköisesti seuraavanlaisia:

- tehtaasta tulee olla joustava, jotta se mukautuu nopeasti asiakkaiden muuttuviin vaatimuksiin
- tehtaasta tulee olla kustannustehokas, eli sen tulee kyetä tuottamaan asiakkaiden tarpeita tyydyttäviä tuotteita kilpailukykyisillä tuotantokustannuksilla
- tehtaasta tulee olla luotettava yhteistyökumppani asiakkaalle, eli sen tulee kyetä toimittamaan tuotteet asiakkaalle luvatusajalla

- tuotteiden laadun tulee täyttää jokaisen asiakkaan laatuvaatimukset. /5/

Jokaisella tehtaalla on omat painotuksensa näiden elementtien suhteen, joten käynnissäpito ja kunnossapitostrategian suunnittelussa näille elementeille on tehtävä tarkemmat määritelmät ja sovittava niiden keskinäinen painoarvo. Tehtaan toimintojen strategisen ja operatiivisen suunnittelun tulee keskittyä siihen, miten nämä vaatimukset kyetään täyttämään konkreettisesti käytännön elämässä. Yksi hyvä lähtökohta suunnittelulle on päämäärien asettaminen lähtien ”kuuden suuren hävikin” vähentämisestä.

### ***Missä asioissa meidän tulee onnistua?***

Tämän mallin mukaisessa suunnittelussa usein vaikein vaihe on määritellä riittävän konkreettisesti ne asiat, joissa tulee onnistua. Tuloksena pitää olla sellainen luettelo asioista, että niiden pohjalta voidaan toteuttaa konkreettisia toiminnan parantamisprojekteja. /5/

### ***Mitä on saatava aikaan konkreettisilla mittareilla mitattuna?***

Kun tehtaan päämääräksi asetetaan edellä sanottujen kuuden suuren hävikin pienentäminen, johtaa se onnistuessaan KNL:n paranemiseen. KNL on perusmittari, joka mittaa varsin kattavasti seuraavien vaatimusten saavuttamista.

$$\text{KNL} = \text{Käytettävyys} \times \text{Nopeus} \times \text{Laatu} \quad (1)$$

Näin ollen KNL ja sen osatekijät ovat tehtaan käynnissäpito toiminnan keskeisiä strategisia mittareita:

- KNL:n yksi osatekijä, asetus-/lajinvaihtoaika, mittaa joustavuutta
- jokainen prosenttiyksikön parannus KNL:ssä merkitsee tehtaalla useiden satojen tuhansien eurojen tulosparannusta. Käytännössä siis tuotantokustannukset / tuotettu tuote alenevat
- laitehäiriöiden määrän väheneminen merkitsee sitä, että suunniteltu tuotanto kyetään ajamaan suunnitellussa ajassa, joten korkea KNL varmistaa luotettavat toimitusajat

- asiakasvaatimukset täyttävien tuotteiden osuus koko tuotannosta on yksi KNL:n osatekijä, joten korkea KNL on korkea tuotteiden laatu. /5/

**Taulukko 2. Dynaamisen strategiasuunnittelun malli /5/**

PÄÄMÄÄRÄT	MISSÄ ASIOISSA ON TÄRKEÄÄ ONNISTUA?	MITÄ ON SAATAVA AIKAAN, ESIMERKKEJÄ MITTAREISTA
1. Ei odottamattomia seisokkeja ja vikoja	1.1. Kehitettävä hyvä ennakko-ohjelma (RCM-menetelmä, Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito)	1.1.1. Käytettävyyks: 85 → 92 % 1.1.2. MTBF (keskimääräinen vikaväli) 1 → 3 kuukautta 1.1.3. Kunnossapidon työtunnit: ennakoivan KP:n tunnit/ kaikki työtunnit 40 → 70 % 1.1.4. jne.
	1.2. Kunnossapitohenkilöstön kykyjen ja motivaation nostaminen (oma henkilöstö ja ostettava henkilöstö)	1.2.1. Henkilöstö tekemien aloitteiden määrän nostaminen: 0,5 → 5 kpl/hlö/vuosi 1.2.2. jne.
	1.3. Käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön hyvä yhteistyö	1.3.1. Mittari 1 1.3.2.jne.
	1.4. Ennakoivan kunnossapidon ohjelmien jatkuva parantaminen	1.4.1. MTBF (keskimääräinen vikaväli) 1 → 3 kuukautta 1.4.2. Jokainen vika analysoidaan ja tehdään korjaavia toimenpiteitä 1.4.3. MTBF (keskimääräinen vikaväli) 1 → 3 kuukautta
2. Lyhyet, hyvin suunnitellut huoltoseisokit	2.1. Kehitetään seisokkisuunnittelun prosessia ja menetelmiä	2.1.1. Suunnittele mattomien töiden vähentäminen 40 → 15 %:iin työtunneista 2.1.2. jne.
	2.2. Huoltopalvelujen ja varaosien ostamismenettelyjen parantaminen	2.2.1. Palvelujen ja osien toimitustäsmällisyys 85 → 95 % 2.2.2. Palvelujen ja osien laatu 90 → 98 % 2.2.3. jne
	2.3. Huoltoseisokkien toteutus tehokkaammaksi	2.3.1. Seisokin aikataulujen ja seisokitöiden muutosten määrä 10 → 5 % 2.3.2. Suunniteltujen kustannusten toteutuma 2.3.3. jne.



## 4. KUNNOSSAPIDON ORGANISAATIOMALLIT

Kuten kunnossapitostrategioita on myös kunnossapito-organisaatioita useammanlaisia. Kunnossapito-organisaatiot ovat olleet näinä taloudellisesti haastavina aikoina kehityksen ja erinäisten tarkastelujen kohteina. Kunnossapidon merkityksen korostumisen myötä pienemmät ja suuremmatkin organisaatiot ovat olleet lähes jatkuvan muutoksen tilassa.

Kunnossapidon toimintoja sekä suorittamia tehtäviä on viimevuosina tarkasteltu useilla erilaisilla mittareilla. Toimenpiteitä on tehty mittareista saatujen tulosten perusteella, on mittarit sitten organisaatorakenteeseen tai prosessien luonteeseen soveltuvia. Tuotantolinjojen tulosten mittaamisella ja tulosten analysoinnilla on suuri merkitys mahdollisten tuotantohävikkien eliminoimisessa. Mittaamisessa on tärkeää ymmärtää mistä mittareiden antamat tulokset muodostuvat ja millainen merkitys eri tuotantolaatujen tekemisillä on esimerkiksi kustannusten tai käytettävyyksien kannalta. Esimerkiksi peruslaatuja ja erikoisterästen valmistuksella tuotantolinjan on pystyttävä tuottamaan valmistettavaa materiaalia eri prosessiohjauksellisin arvoin.

Esimerkiksi Outokumpu Tornio Worksissa on monen kaltaisia tuotantolinjoja ja prosesseja, jolloin yhtenäisen kunnossapito-organisaation luonti on enemmän kuin haasteellista. Tästä johtuen onkin hyvin tärkeää, ettei yritetäkään luoda sellaista organisaatiota, jonka toiminta malli sopisi jokaista yksittäistä linjaa silmällä pitäen.

Outokumpu Tornio Worksin kunnossapidon organisoinnissa on käytetty yhdistelmänä erilaisia periaatemalleja:

- keskitetty kunnossapito palvelu
- hajautettu / alue kunnossapito
- kunnossapito omana tulosityksikkönään
- kunnossapidon osto palveluna (ulkopuoliset erikoisosaaajat)
- käynnissäpito, pienimuotoinen otos kunnossapidosta.

Eri organisaatioiden toimintamallit ovat luonnollisesti yrityskohtaisia ja useasti yrityksen sisälläkin prosessi tai aluekohtaisia. Keskeisinä lähtökohtina kunnossapidon organisoitumismuodolle ovat yrityksen koko, tuotantotapa, valittu kunnossapitostrategia, yrityksen sijaintipaikka sekä ulkopuolisten palvelujen saatavuus. Jossain yrityksessä hyväksi havaittu ja toimiva organisaatorakenne malli ei välttämättä toimikaan toisessa lähes vastaavassa yrityksessä halutulla kannattavuudella.

**Keskitetyssä** järjestelmässä kunnossapito toimii omana erillisenä keskitettynä organisaationaan. Keskitetty kunnossapito voi toimia useammallakin eri tuotantoalueella tai tehtaalla. Järjestelmällä on selviä teknisiä etuja:

- yhtenäiset helposti siirreltävät työvoimaresurssit
- keskitetty osaaminen, kehittäminen ja koulutus
- edullisuus erikoistumisen osalta
- samoja erikoisresursseja voidaan käyttää koko yrityksessä
- selkeä johtaminen, seuranta ja tiedonhallinta.

Varjopuolina ovat:

- keskitetyn organisaation jäykkyys ja resurssien jakaminen
- isolle organisaatiolle tyypillinen hitaus ja tehottomuus
- vieraantuminen yksittäisten osastojen ongelmista
- prosessi- ja linjakohtaisen teknisen tuntemuksen puute. /2/

**Hajautetussa** järjestelmässä kunnossapito toimii alayksiköissä tuotannon alaisuudessa. Esimerkkinä hajautetusta kunnossapidosta toimii kylmävalssaamon kunnossapito organisaatio, jota kutsutaan aluekunnossapidoksi. Edut ja varjopuolet asettuvat suunnilleen päinvastoin kuin edellisessä kohdassa. Etuina ovat seuraavat tekijät:

- joustava ja nopea palvelu
- osaaminen oman yksikön erikoistaitoja vaativissa ongelmissa
- historiatapahtumien tuntemus
- prosessien häiriötoimintojen parempi ymmärtäminen

- ”täsmäkoulutuksen” ja ammattitaidon helpompi kartuttaminen
- käyttöhenkilöstö kunnossapitotaitoisia,

ja varjopuolina taasen seuraavat:

- osaavien henkilöresurssien haavoittuvuus
- kapasiteetin joustavuuden hankalampi toteutus. /2/

**Omana tulosityksikkönään** toimivan kunnossapidon erityispiirteet:

- sisäänrakennettu pyrkimys tehokkuuteen ja kustannusten karsintaan
- palvelusuhteesta (asiakassuhteesta) seuraava palvelualltius
- kilpailuttamismahdollisuus ylläpitää kunnossapitotoiminnan halua ja kykyä pyrkiä tehokkaaseen toimintaan
- eriytetyn toiminnan ja kustannuslaskennan vuoksi kunnossapidon kustannusvaikutukset nähdään pelkästään kunnossapidon tulosityksikön kannalta
- eriytetty kustannuslaskenta aiheuttaa jonkin verran lisäbyrokratiaa. /2/

**Kunnossapidon ostolla palveluna** voi olla useampiakin lähtökohtia:

- kapasiteettihiippujen tasauksen osto ulkoa
- erityisosaamisen osto (tieto tai laite)
- standardilaitteiden koko kunnossapidon ostaminen niihin erikoistuneelta yritykseltä
- kunnossapidon yhtiöittäminen ja kunnossapidon ostaminen perustettavalta yhtiöltä
- koko kunnossapidon ostaminen palveluna. /2/

Palveluista on selvät edut ja varjopuolet. Eduiksi voidaan luetella seuraavat seikat:

- kunnossapitoresursseista maksetaan vain silloin, kun niitä käytetään
- kapasiteettijoustot ovat periaatteessa helppoja
- mahdollisuus kustannuskontrolliin kilpailuttamisen kautta
- laajempi kokonaisosaaminen. /2/

Ja varjopuoliksi seuraavat neljä:

- aikaviiveet kriittisissä tapauksissa
- osa keskeistä tietämystä siirtyy yrityksen ulkopuolelle
- yhteistyöongelmia saattaa esiintyä
- tuotantolaitostuntemuksen heikkeneminen. /2/

Pienimuotoinen **oman toimen ohella** tapahtuva kunnossapito on normaali pienen yrityksen toimintamuoto, kun yrityksen kunnossapitotarve ei kata täyspäiväisen kunnossapitohenkilön kokoaikatyötä. Tämä malli soveltuu hyvin myös ison yhteisön itsenäisille, yksinkertaisilla laitteilla operoiville yksiköille. /2/

Tässä kunnossapidon toimintamallissa tärkeällä jalustalla on nimenomaan laitteen käyttäjien suhtautuminen laitteistoihin. Omista laitteista on kannettava myös kunnossapidollista vastuuta, jotta tuotantoa tai töitä laitteella voidaan toteuttaa.

## 5. KUNNOSSAPITO LEIKKAUSLINJOILLA

Kunnossapitostrategian valinta tuotantolaitokselle ei ole helpoimmasta päästä olevia tehtäviä. On otettava huomioon useita erilaisia seikkoja ja toimintamalleja, sekä tapoja. Leikkauslinjoilla on pyritty toteuttamaan kylmävalssaamon strategiaa ja toimintatapoja. Linjojen toimintatapa ja esimerkiksi seisokkien jaksotukset määrittelevät kuitenkin kuinka kunnossapitoa leikkauslinjoilla tulisi johtaa. Organisoituminen on kuitenkin järjestelty OTW:n kunnossapito organisaatiomallin mukaisesti.

### 5.1 Kunnossapitostrategia

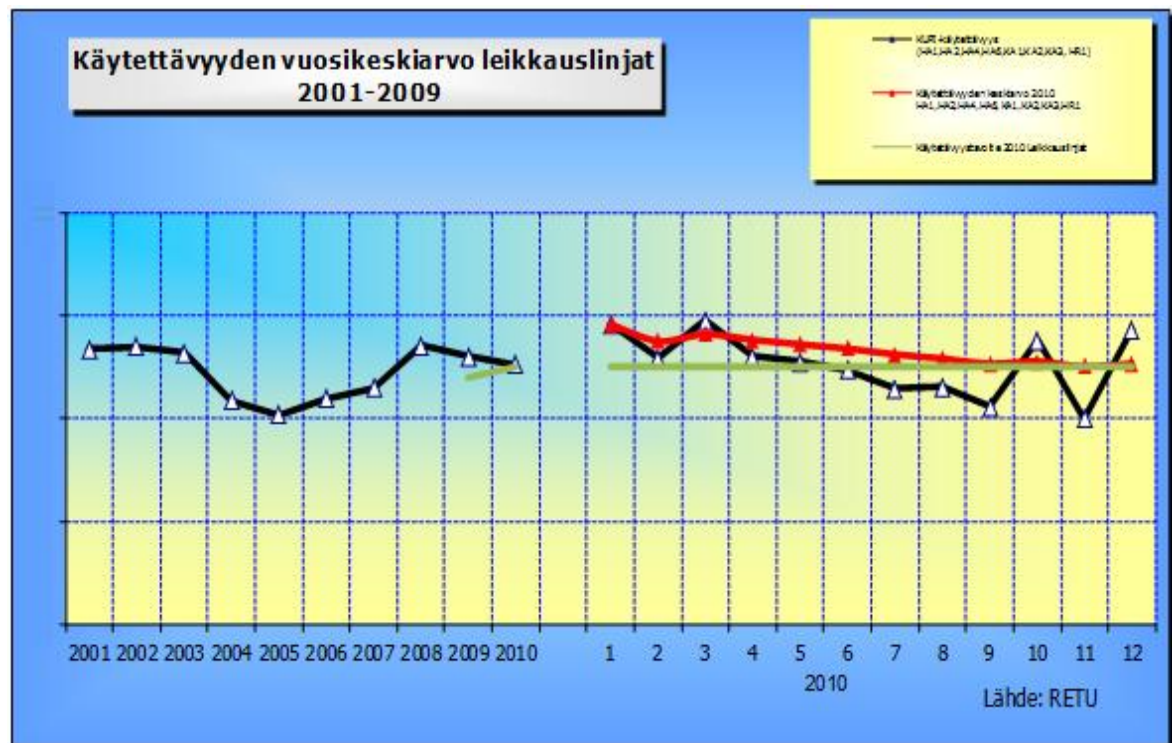
Kunnossapito strategioita on useita malleja, kuten löytyy myös erilaisia organisaatiomallejakin. Strategioiden tarkoitus on pyrkiä johtamaan tuotantoalueen toimintaa johdon rakentaman ns. konsernin strategian mukaisesti. Jotta leikkauslinjoilla kyettäisiin toimimaan strategian mukaisesti, on eri prosesseille tehty ensin kaikille laitteiden kriittisyysluokittelu. Luokittelun tulosten perusteella on hankittu puuttuvia varaosia ja mm. ennakkohuoltotöitä on tarkennettu ja ylimääräisiä ei niin tärkeitä töitä poistettu. Lisäksi muutamalle linjalle on laadittu sähkö kunnossapidon kriittisimmille laitteille VVA (vika- ja vaikutus analyysi). Tästä VVA on tehty laitteille oikeanlaiset ennakkohuolto työmääräimet. Liitteessä 3 on malli kuinka VVA:ta leikkauslinjoilla käytetty.

Outokumpu Tornio Worksissa kunnossapidon toimintoja voidaan tunnistaa myös PSK 7501 taulukosta. Aluekunnossapito pyrkii tekemään pääsääntöisesti Suunniteltua kunnossapitoa ja vuorohuollon tehtävänä on keskittyä pelkästään häiriökorjauksiin.

Seisokkien suunnittelulla, niiden sisällöllä ja tarvittavalla seisokkijalla on tärkeä rooli aluekunnossapito ryhmien toiminnoille. Esimerkiksi vuonna 2006 leikkauslinjoilla pidettiin vuoron mittainen huoltoseisokki joka toinen viikko kaikilla halkais- ja katkaisulinjoilla. Tämä tarkoitti sitä, jotta alueella oli seisokkeja lähes jokainen päivä ja

työnsuunnittelu sekä dokumentaation hoito jäivät taka-alalle. Vuonna 2007 alettiin pidentää seisokkiväliä 15 vuorokaudesta 18 vuorokauteen ja vuonna 2008 18 vrk:sta 22 vrk:hon. Vuonna 2009 seisokkien väli oli jo 24 – 26 vuorokautta ja näin saatiin viikoittainen seisokkien määrä hallintaan (2-3 seisokkia/viikko). Tämä auttoi seisokkitöiden laadun valvonnassa, sillä nyt pystyttiin suunnittelemaan paremmin tulevat työt ja yleensä töille saatiin hankittua varaosat ajoissa ennen itse huollon tai korjauksen alkua. Lisäksi seisokkien jälkeiset asiat, kuten dokumentaation päivitys ym. asiat voitiin hoitaa paremmin, sillä seuraavaan seisokkiin oli enemmän aikaa kuin ennen vuotta 2007. Näin ollen seisokkitöistä saatiin laadullisesti paljon parempia ja pystyttiin keskittymään tärkeisiin laitteisiin.

Leikkauslinjoilla tehtiin linjoittain kriittisyysluokitteluita, tarkisteltiin ennakkohuoltotöiden määrää ja laatua sekä varaosien tarpeellisuutta vuosina 2007 – 2009. Tämä osaltaan myös vähensi seisokeissa tehtäviä ns. ylimääräisiä ja väärin kohteisiin keskittyviä huoltotöitä. Tästä selkeä esimerkki oli linjojen käytettävyyksien paraneminen. Tämän lisäksi jokaisella linjalla on yksi pidempi seisokki vuosittain ns. vuosihuolto. Vuosina 2007 ja 2008 vuosihuoltojen pituus oli vain 3 vuorokautta ja näissä suurimmat työt olivatkin kelaimien tuurnien huollot. Vuonna 2009 alettiin tehdä peruskorjauksia myös linjojen leikkureihin, joista pienoinen käytettävyyden laskeminen. Tämä vaati jo 5-6 vuorokauden seisokkiaikaa, jotta linjojen päälaitteet saatiin toimimaan laadukkaammin ja varmemmin. Liitteessä 6 on kerrottu kuinka esimerkiksi kunnossapitokäytettävyys määritellään.



**Kuva 16. Leikkauslinjojen kunnossapitokäytettävyys**

Jotta strategiset tavoitteet pystytään määrittelemään, niitä kyettäisiin mittaamaan ja niiden poikkeavuuksista voitaisiin tehdä suunnan muutoksia, on kunnossapidon johtamisessa oltava oikein määritellyt mittarit ja mitattavien asioiden kirjauksien on oltava tarkkoja. Häiriöaikojen kirjauksen ja merkitsemisen laiminlyönti, antaa väärän kuvan prosessien toiminnasta ja mahdollisesti piilevistä vikaantumisista. Useimmin todennäköisesti koetaan, että häiriön kirjaamisella ja oikeaan vikaantumislajiin (esim. 00 – 10 – 11) kohdistamisella ei ole suurta merkitystä. Kunnossapidon lajit ovat: 00 – suunniteltu seisokki, 10 – mekaaninen häiriö ja 11 – sähköinen häiriö.

Mitä tarkemmin viat ja häiriöt pystytään kohdistamaan, sitä laadukkaampaa kunnossapitoa alueella pystytään tuottamaan. Tämä siitä syystä, että pystytään suunnittelemaan ja kohdistamaan kustannukset ja kunnossapitoresurssit oikeisiin laitepaikkoihin seisokkien ajoiksi. Näin ollen myös käyttöhenkilöstöllä on hyvin tärkeä rooli linjojen häiriöiden esille tuomisessa ja seurannassa. Käyttöhenkilöstö on kuitenkin se ryhmä joka on prosessilinjoilla jatkuvasti 24/7. Kunnossapitohenkilöstön pienehkön vahvuuden vuoksi saattaa linjoilla käynti olla vain seisokkien aikana, jolloin linjojen toiminta häiriöt jäävät

usein havaitsematta. Liitteessä 9 on selvitetty kaikki kylmävalssaamalla käytettävien häiriökoodien merkitykset.

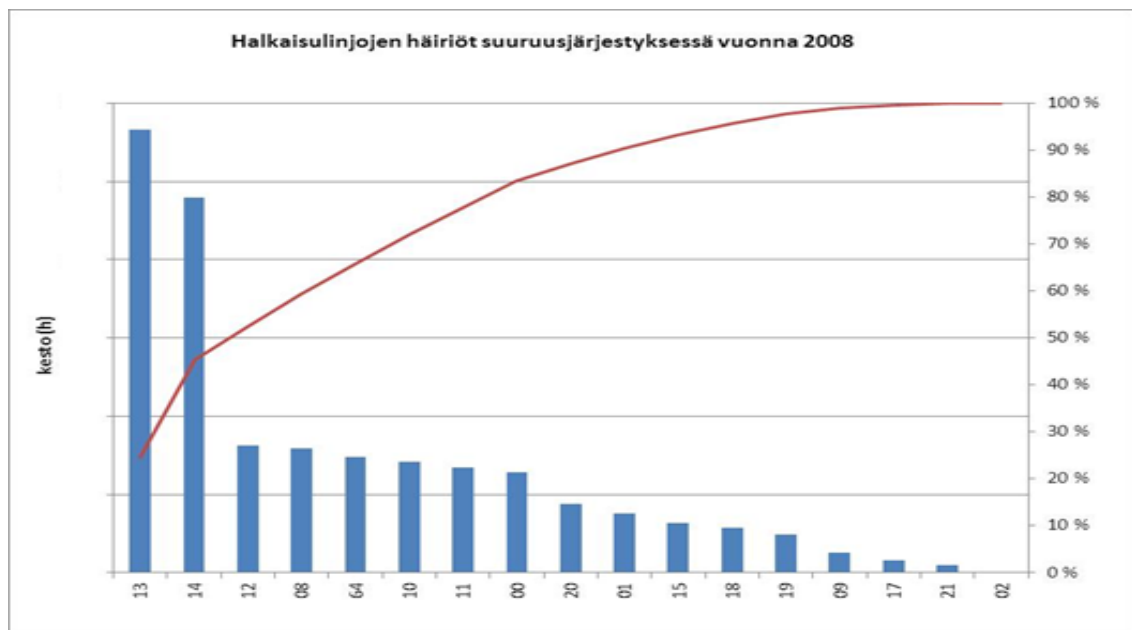
Varsinkin leikkauslinjoilla aloitus- ja asetusajat näyttelevät suurta roolia hukkien suhteen. Kun linjalle tuodaan uusi tuotenauha, pitää se pujottaa ensin linjan läpi aukikelaimelta päällekelaimelle ja vasta sen jälkeen, kun nauhan pää on kiinni päällekelaimella, saadaan linjan nopeus nostettua maksiminopeuteen. Maksimi nopeudella linja toimii vain muutamia minutteja, kun linjaa pitää jo alkaa hidastamaan tuotenauhan loppupään tullessa vastaan aukikelaimella. Lisäksi tarvitaan aikaa leikkureiden, oikaisukoneiden ja leimauslaitteiden kalibroimiseksi kullekin tuotenauhalle sopivaksi asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Kylmävalssaamalla käytetään aloitus- ja asetusajojen häiriökoodina numeroa 64.

Kylmävalssaamalla häiriöluokat on luokiteltu useaan eri häiriöluokkaan. Liitteessä 9 on selitetty tarkemmin kuinka häiriöt kuhunkin luokkaan kohdistetaan. Nämä häiriöluokat jaotellaan seuraavanlaisesti:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| • 00 HUOLTOSEISOKKI                     | • 14 HENKILÖSTÖPULA      |
| • 01 TUOTANTOSEISOKKI                   | • 15 ULKOPUOLINEN HÄIRIÖ |
| • 08 KULJETUSHÄIRIÖ                     | • 16 HIONTA JA PESU      |
| • 09 TIETOJÄRJESTELMÄHÄIRIÖ             | • 17 TERÄN VAIHTO/KÄÄNTÖ |
| • 10 MEKAANINEN HÄIRIÖ                  | • 18 TÄLLIN MUUTOS       |
| • 11 SÄHKÖ- TAI SÄÄTÖTEKNILLINEN HÄIRIÖ | • 19 TUURNAN VAIHTO      |
| • 12 MATERIAALIHÄIRIÖ                   | • 20 LINJAN HOITO        |
| • 13 TUOTANTOMATERIAALIPULA             | • 21 KÄYTTÖHÄIRIÖ        |

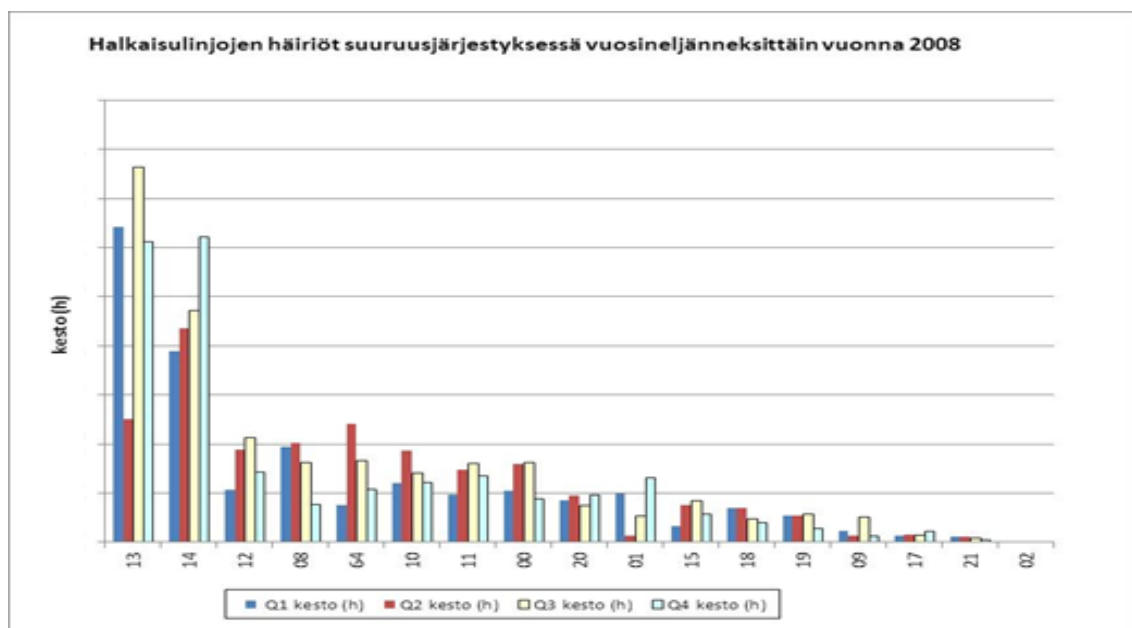
Kuvassa 17 esitetään halkaisulinjojen kaikkien häiriötyyppien aiheuttaneet tunnit vuonna 2008. Tästä kuvaajasta näkee prosentuaalisesti mitkä häiriötyypit ovat hallitsevimpia.





**Kuva 17. halkaisulinjojen häiriöt vuonna 2008 pareto kuvaajana**

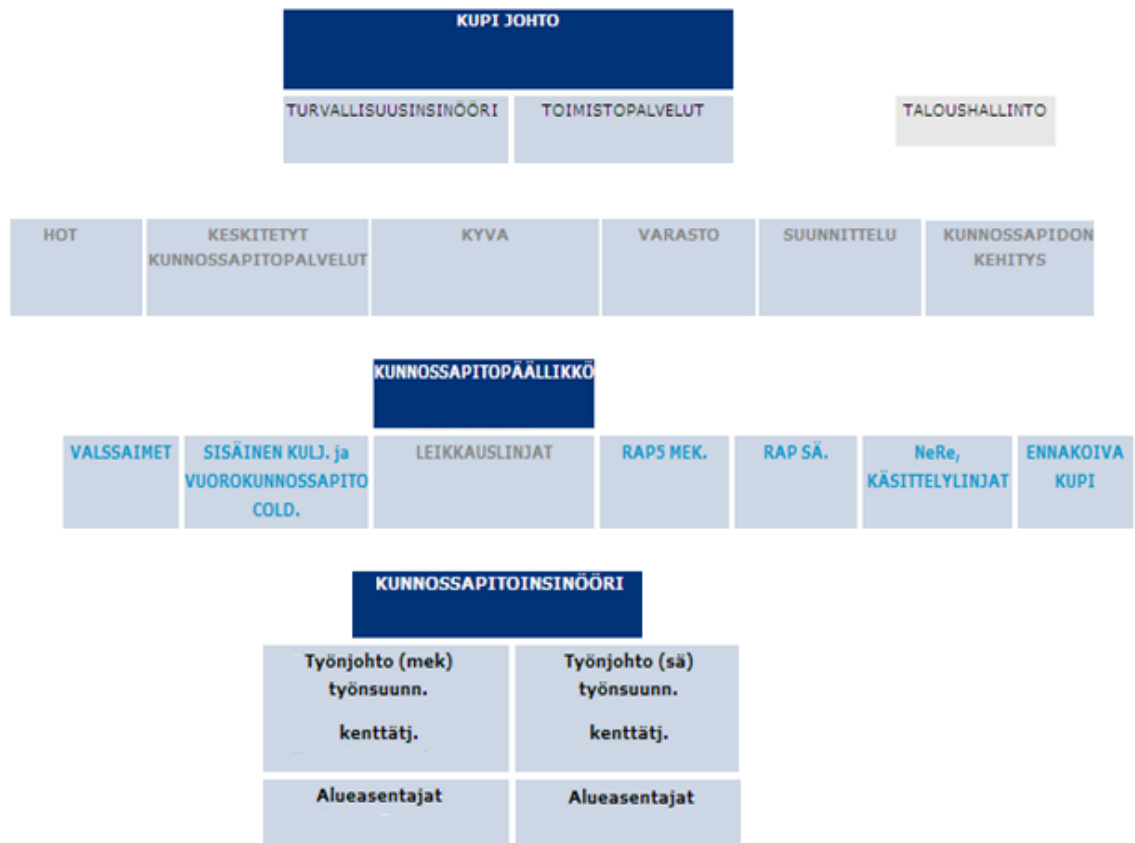
Kuvassa 18 on esitetty kvartaaleittain eri häiriökoodeiden suhteessa toisiinsa, kestot tunteina vuosineljänneksittäin. Kunnossapidollisia häiriöitä ovat seisokit (10), mekaaniset häiriöt (10) ja sähköiset häiriöt (11). Lisäksi tietotekniset häiriöt (09) voivat olla häiriöitä, joihin leikkauslinjojen kunnossapidon sähköryhmä voi puuttua.



**Kuva 18. halkaisulinjojen häiriöt vuosineljänneksittäin vuodelta 2008**

## 5.2 Organisaatio

Kuvassa 19 on esitetty Outokumpu Tornio Worksin kunnossapidon organisaatio ja kuinka eri osa-alueet on Tornio Worksisssa jaoteltu. Tämä tutkielma on tehty kylmävalssaamon leikkauslinjoille, joka kuuluu KYVAN organisaatioon.



**Kuva 19. OTW:n kunnossapito organisaatiota /9/**

KYVA on kylmävalssaamon aluekunnossapito organisaatio, johon kuuluu viisi eri tuotantolinjakohtaista aluetta, ennakko- ja vuorokunnossapito. Kylmävalssaamo on jaettu 6 eri kunnossapitoinsinöörin vastuualueeseen. Alueisiin kuuluu käsittelylinjat / neutralointi ja regenerointilaitos, RAP5, valssaimet, leikkauslinjat, kuljetus & lähetys alue, sekä ennakko- ja vuorokunnossapito. Kuljetus & lähetys alueen kunnossapitoinsinööri vastaa myös kylmävalssaamon vuorokunnossapidosta, sekä kone-, että sähkökupi. Kuvassa 19 on kylmävalssaamon kunnossapito-organisaatio ja jokaisessa alueessa toimii yksi

kunnossapitoinsinööri, joka vastaa sekä sähkö-, että kone kunnossapidosta. Pois lukien RAP5, jossa toimii kaksi kunnossapitoinsinööriä, mekaanisesta puolesta vastaava ja sähköisestä puolesta vastaava. Muilla alueilla toimii ainoastaan yksi insinööri, joka vastaa sekä mekaanisesta, että sähköisestä kunnossapidosta. Leikkauslinjoilla toimivan ns. aluekunnossapidon toimenkuvana on hoitaa pääsääntöisesti seisokkeihin sijoitettuja ennakkohuoltotöitä sekä tuotantolinjoilta tulleita vikailmoituksia, tämän lisäksi 8 tuotantolinjaa tarvitsee tuotannon ylläpitämiseksi kohtalaisesti muutostöitä ja investointiluontoisia töitä.

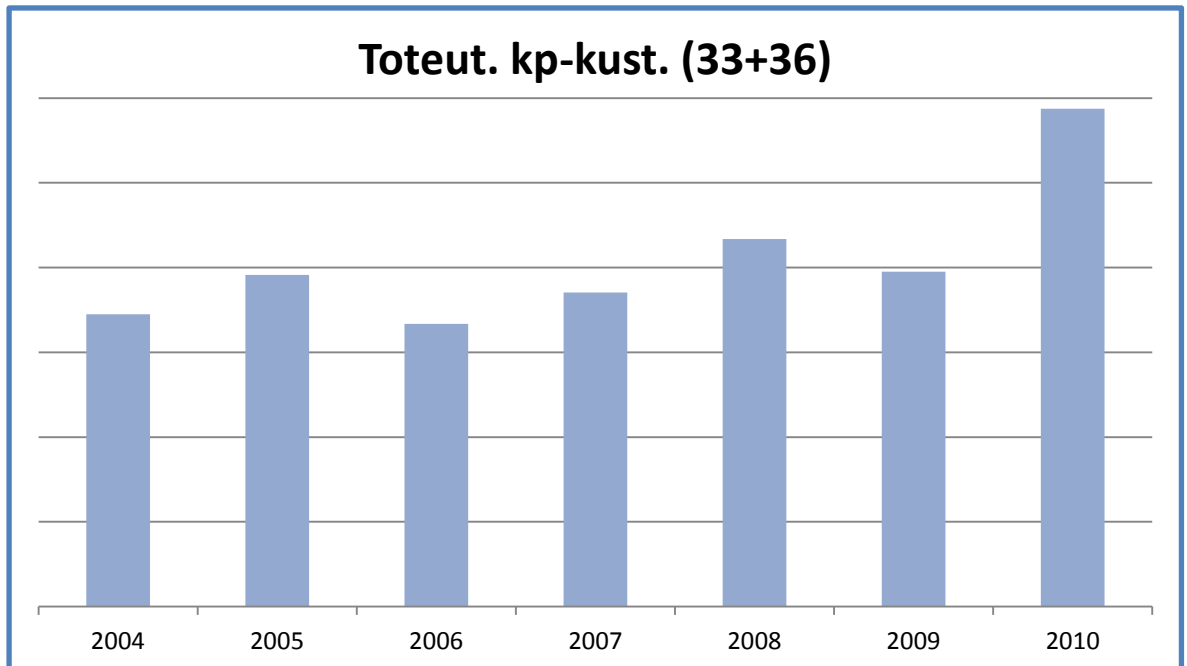
Yllättävät viat ja häiriöt pyritään kuittaamaan tai korjaamaan vuorokunnossapidon puolesta. Aluekunnossapidolla on linjoista ja niiden toiminnoista paras tuntemus ja tämän tuntemuksen johdosta suuremmissa ja yli kuusi tuntia kestävässä häiriöissä, kääntyy vian korjaaminen yleensä aluekunnossapidon tehtäväksi. Vuorohuollolla on kaikkiaan yli 20 tuotantolinjaa käynnissä pidettävänä, joten pidempi aikainen vuorohuoltoasentajan pitäminen yhdellä linjalla on käytännössäkin hankalaa.

### **5.3 Kustannukset ja niiden seuraaminen**

Kunnossapitokustannuksiin vaikuttavia tekijöitä Tornio Worksissa on kullakin tuotantolinjalla tuotettavan materiaalin määrä ja laatu. kuinka paljon tuotteelle on kysyntää ja mikä on saatava hinta. Mikäli kysyntä on suuri, on linjalla kyettävä tekemään enemmän tuotantoa ja tästä syystä esimerkiksi ajoitettujen huoltojen aikavälejä kasvatetaan, jotta saadaan lisää tuotantoaika linjalle. Tämä vähentää jonkin verran linjan kunnossapitokustannuksia. Pitkäjäksoisesti näin ei voida kuitenkaan menetellä, koska linjan yleiskunto heikkenee kunnossapidollisen ajanvähentämisen ja kustannusten säästämisen johdosta. Tämän säästöajan jälkeen tulee kausi, jolloin on tehtävä enemmän kunnostuksia, jotta ns. alkutilanne laitteiden käyntivarmuudessa palautuisi. Kuvassa 20 käy ilmi vuonna 2009 säästötavoitteiden vaikutus vuoden 2010 kunnossapitokustannusten kasvuun.

Yleisesti kunnossapito kustannukset Outokumpu Tornio Worksin kunnossapidossa koostuvat kolmesta osa-alueesta:

1. kunnossapito-organisaation omat kustannukset
2. tarvikkeista ja materiaaleista
3. vieraista töistä.

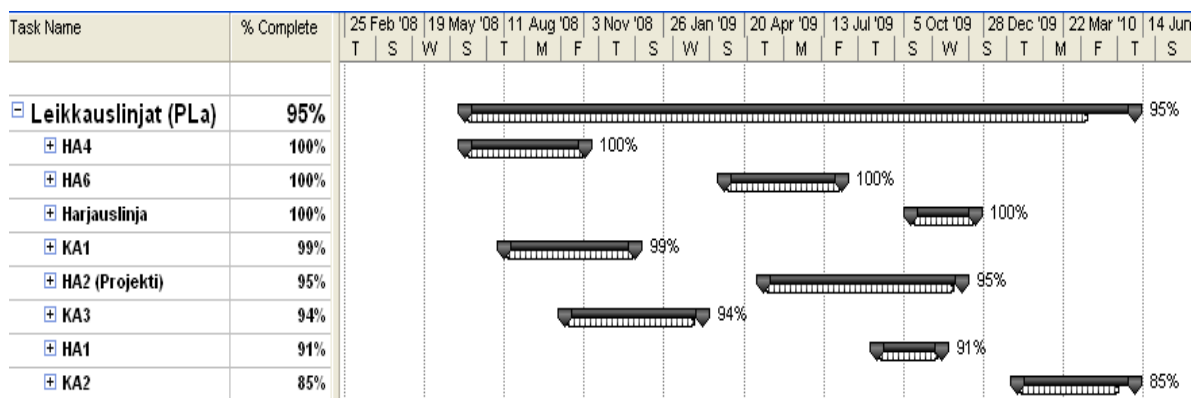


**Kuva 20. Outokumpu Tornio Works leikkauslinjojen kunnossapitokustannukset**

Oman organisaation kustannukset pitävät sisällään mm. henkilöstön palkkakulut, koulutukset, suojavaatteet, työkalut ym. vastaavat kulut. Tarveaineet pitävät sisällään kunnossapidossa tarvittavat materiaalit ja vieraat työt ovat palvelutilauksia ulkopuolisille kunnossapitoyrityksille. Leikkauslinjojen kunnossapitokustannuksien suurimmat korottajat keskittyvät pääsääntöisesti suurempiin seisokeihin, kuten esimerkiksi alueella oleviin vuosihuoltoihin. Sisäiset veloitukset ovat kunnossapito-organisaation omia ja sidosryhmien veloituksia.

## 5.4 Kriittisyysluokittelut

Kuvassa 21 näkyy leikkauslinjoilla suoritettujen kriittisyysluokittelujen toteutuminen projektijanakaaviona, millä aikataululla työtä on saatu tehtyä ansiokkaasti. Laitteet on luokiteltu kolmeen luokkaan PSK standardin mukaisesti. Luokittelu sai KYVAlla alkunsa opinnäytetyöstä, jossa tehtiin halkaisulinja 4:lle kriittisyysluokittelu, päivitettiin ennakkohuoltotyöt ja tarkisteltiin varaosat.



Kuva 21. Kriittisyysluokittelujen toteutuminen

Kriittisyysluokitteluilla on suuri merkitys juuri oikeantyyppisen ennakoivan kunnossapidon määrittelemisessä. Kriittisyysluokittelua aloitettaessa on tarkoin mietittävä mitä varten luokittelu tehdään ja ketkä olisivat ne oikeat henkilöt pisteyttämään kunkin laitepaikan. Leikkauslinjoilla luokittelua olivat yleensä tekemässä sekä mekaanisen puolen, että sähköpuolen asentajat ja työnjohtajat, käyttöorganisaation päivämestari ja mahdollisesti 1-2 vuoroka käyttömiehistä. Näin saatiin useampi näkemys laitteiden toiminnasta, niiden turvallisesta käytöstä / huollosta ja laadun tuotosta.

Luokittelun jälkeen kriittisille laitepaikoilta tarkisteltiin varaosasaatavuus ja hankittiin puuttuvat osat. Lisäksi linjoille jo aiemmin määritellyt ennakkohuoltotyöt käytiin tarkemmin läpi, määriteltiin tehtävän työn kuvaa hieman tarkemmaksi. Vähiten kriittisiltä laitteilta ”disabloitiin” ennakkohuoltotyöt, jotteivät ne enää avautuisi määräajoin. Näitä töitä ei kuitenkaan poistettu KUTIsta vaan ne jätettiin historiatietoihin. Linjojen

määriteltyjä ennakkohuoltotöitä karsittiin, jotta asentajaresurssien pienuuden vuoksi saataisiin keskitettyä tärkeitä asennusresurssit juuri niiden kriittisten ja oikeiden laitteiden huoltoon ja kunnostukseen.

## 6. YHTEENVETO

Tässä työssä keskityttiin kunnossapidon erilaisiin toimintoihin, lajeihin, rakenteisiin ja strategioihin. Kunnossapito voidaan mielestäni luokitella omaksi taiteen ja tieteen lajikseen, ei ole ainoastaan yhtä saatikka oikeaa tapaa pitää laitteet erinomaisessa tuottavassa kunnossa. Kuten erilaisia prosesseja ja tuotantoketjuja on myös kunnossapito-organisaatioita ja niiden strategioita lukuisia erilaisia. Strategioiden ja organisaatioiden toimiminen eri laitoksilla ei ole aina samankaltaista kuin toisilla riippuen prosessien luonteesta ja yrityksessä työskentelevistä henkilöistä, sen kokemuksesta ja ammattitaidosta. Kunnossapito on tuotantolaitteita kehittävä ja ylläpitävä prosessi, jonka tarkoituksena on parantaa esimerkiksi tuotantolinjojen OEE lukuja.

Kunnossapito on noussut kokoajan korkeammalle jalustalle keskusteltaessa ja mitattaessa valmistettavan materiaalin laadusta, kustannuksesta ja toimitustäsmällisyydestä. Aiemmin kunnossapito oli vain pakollista se koski lähinnä rikkoutuneen laitteen korjaamista. Tänä päivänä terästeollisuuden markkinat ovat heilahdelleet välillä suurestikin. Jollain kvartaalilla tuotteen kovan kysynnän vuoksi tuotantolaitteilla on kyettävä tekemään vähintään maksimi tuotantoa, tällöin laitteet eivät tule aina saamaan tarvittavaa aikaa huolloille, vaan kaikki aika pyritään käyttämään tuotannon tekemiseen.

Huonompina aikoina voidaan tehdä kunnostuksia ja hieman pidempikestoisia huoltoja, silti kustannukset on pyrittävä pitämään kohtuullisina. Esimerkiksi leikkauslinjoilla päätettiin vuonna 2009 pyrkiä pitämään kunnossapitoseisokkeja mahdollisimman vähän ja vuosihuollot noin kolme vuorokautta pitkinä. Vuonna 2010 vuosihuollot olivat jo viisi vuorokautta pitkiä ja tuotantolaitteille tehtiinkin suurempia kunnostuksia.

Leikkauslinjoilla kunnossapidosta vastaava aluekunnossapito ryhmän päätehtävänä on varmistaa linjojen toimintavarmuus. Aluekunnossapidon henkilöstömäärän vähäisyydestä johtuen on osattava priorisoida tehtäviä töitä linjoittain ja linjoilla laitepaikoittain. Linjat on jaettu jossain määrin asentajien linjatuntemuksen mukaan. Mekaanisessa kunnossapidossa kaikki työskentelevät kaikilla linjoilla, toiset enemmän leikkureiden ym. päälaitteiden kanssa, kun toiset vaihtelevat rullia ja tekevät muita ennakko- ja huoltotöitä tai

seisokkiin sijoitettuja vikakorjauksia. Sähkö kunnossapidossa linjat on jaettu automaation puolesta, osalla linjoista on ABB:n järjestelmiä ja toisilla Siemensin. Linjat on jaettu asentajille automaatiojärjestelmien tuntemuksien ja ammattitaidon mukaisesti. Sähkö ryhmän tekeminen on tänä päivänä pääsääntöisesti keskittynyt vikojen tai pidempijaksoisten häiriöiden korjaamisessa. Asentajilla oli aiemmin, ennen organisaatiomuutosten tekoa enemmän aikaa perehtyä linjojen toimintoihin ja automaation saloihin. Samoihin aikoihin tehtiin omalla ryhmällä myös useita muutoksia linjojen automaatioon muuttamalla joitain prosessi ohjauksia tai parametreja. Nykyään ryhmän pienentämisen jälkeen nämä muutostyöt on jouduttu tilaamaan joko ABB:ltä tai Siemensiltä.

Leikkauslinjoilta saadaan tarvittaessa paljon prosessitietoa automaatiosta, linjojen häiriöistä, nopeuksista, käyttöhenkilöstön tekemistä kirjauksista ja syntyneistä kustannuksista. Tämä tieto auttaa seuraamaan tavoitteiden toteutumista, varmistaa oikeiden asioiden tekemistä ja strategisten suunnitelmien hallitsemista. Viimeisten vuosien aikana on mittareita ollut lukuisia, mittareita on muuteltu ja niiden mukaan toimintoja on suunniteltu. Esimerkiksi käytettävyydellä, epäkäytettävyydellä ja kustannuksilla on seuraavuuksia.

Käytettävyyden mittaamisella ja kustannusten seuraamisella on suuri merkitys organisaation toiminnan varmistamisessa ja organisaation tekemisen ohjaamisessa. Epäkäytettävyys on hyvä mittari kertomaan linjoittain häiriöiden kohdistumisen mekaanisiin tai sähköisiin häiriöihin, samalla se kertoo hieman kuinka laitepaikkoja on ennakolta huollettu. On kuitenkin selkeää, ettei ole olemassa tai ei ainakaan vielä ole keksitty sellaista tunnuslukua, jolla organisaation toimimista olisi helpointa ja selkeintä johtaa. Siispä onkin tärkeää tietää mistä tunnusluvut tulevat ja millaisilla asioilla tunnuslukujen nousuihin tai laskuihin on voitu vaikuttaa.

Jatkotoimenpiteinä ehdotan keskittymistä ennakkuhuoltotoihin ja niiden tarkempaan määrittelyyn. Pienen organisaation ongelmana koetaan helposti työajan riittämättömyys kaikkeen tarvittavaan huollon kysyntään. Työsuunnittelun kohdistaminen, nimenomaan linjoilla vaadittavien töiden suunnitteluun ja parannuskohteiden hahmottamiseen ja tutkimiseen, antavat hyvän tuntemuksen tuotantolinjoista.



## 7. LÄHDELUETTELO

- /1/ Järviö Jorma, Strateginen kunnossapito, 1. Painos SMS Oy, 2007.
- /14/ Kunnossapidon organisoitumismalleja [WWW-dokumentti],  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_5-1\\_kunnossapidon\\_organisoitumismalleja.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_5-1_kunnossapidon_organisoitumismalleja.html), 2011.
- /2/ Kunnossapitoyhdistys ry, Kunnossapito, Kunnossapidon julkaisusarja n:o 10, 2. täydennetty painos, KP-Media Oy, 2004.
- /8/ Käyttövarmuus [WWW-dokumentti],  
[http://www.tuta.fi/kayttovarmuus/Luentomateriaali%20A%203\\_2007.pdf](http://www.tuta.fi/kayttovarmuus/Luentomateriaali%20A%203_2007.pdf), 2007.
- /12/ Laine Hannu, Käynnissäpidon strateginen suunnittelu, Promaint 6, 2010.
- /13/ Lean-ajattelu [WWW-dokumentti], <http://fi.wikipedia.org/wiki/Lean>, 27.7.2011.
- /7/ Leikkauslinjojen esittely – PowerPoint esitelmä, 2007.
- /4/ Outokumpu intranet-sivut, 2005.
- /5/ Outokumpu intranet-sivut, 2005.
- /6/ Outokumpu intranet-sivut, 2010.
- /3/ Outokumpu intranet-sivut, 18.11.2010.
- /10/ PSK 7501 standardi, Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. PSK Standardointiyhdistys ry, 2000.
- /11/ Reliability [WWW-dokumentti],  
<http://www.reliabilityweb.com/art04/rcm2.pdf>, 2011.
- /9/ SFS-EN 13306 standardi, Kunnossapitosanasto. Suomen standardisoimisliitto. Metalliteollisuuden standardisoimiskeskus, 2001.

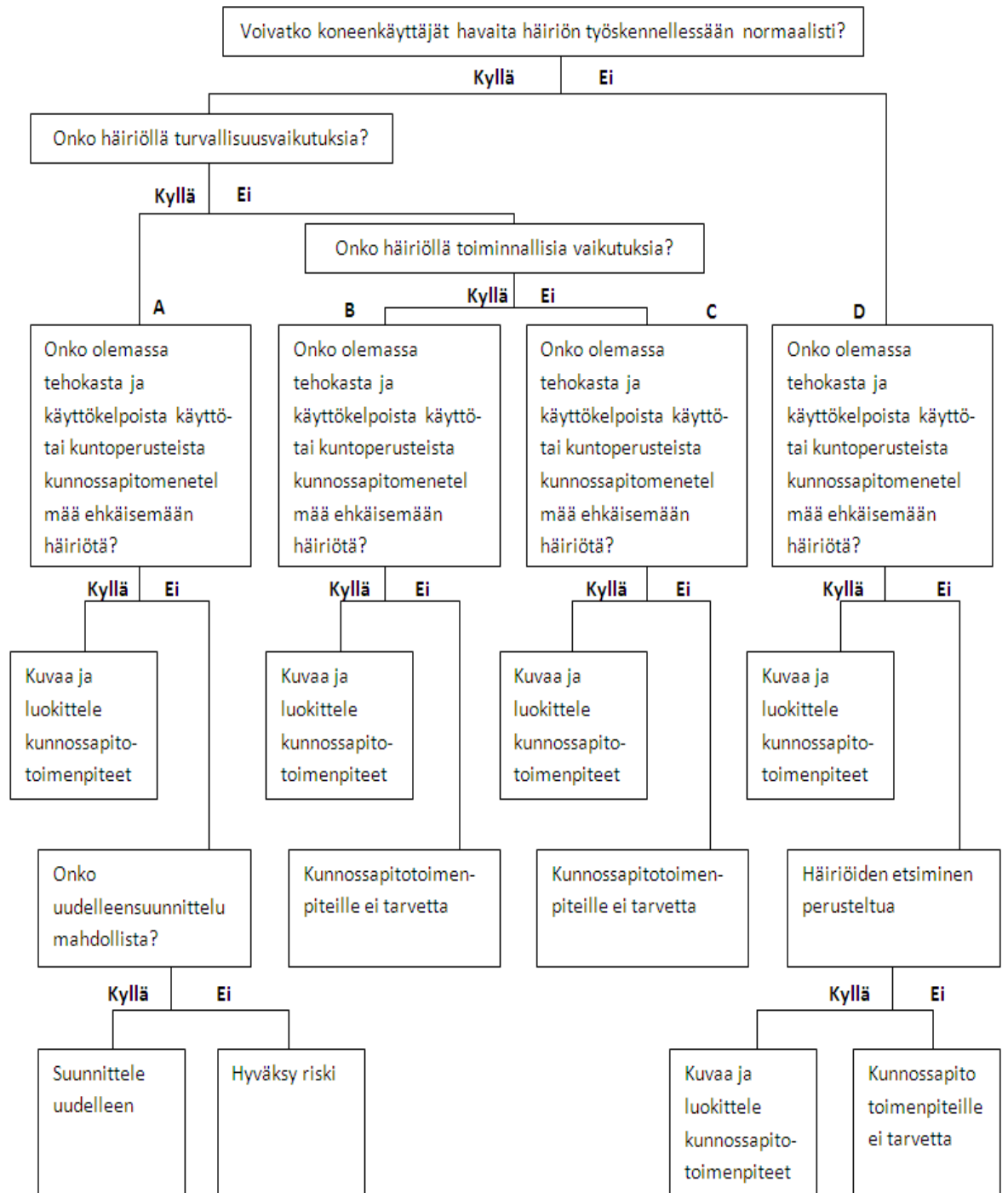
## 8. LIITELUETTELO

LIITE 1	TPM:n 16 häviötä
LIITE 2	RCM päätöksentekopuu
LIITE 3	VVA analyysi malli Katkaisulinja 3
LIITE 4	Kunnossapitoprosessin mittarit
LIITE 5	Kunnossapidon tulosten mittarit
LIITE 6	Tuotannon ja kunnossapidon aikamääritteiden laskeminen Tornio Worksissa
LIITE 7	Kriittisyysluokittelu taulu katkaisulinja 3:lta
LIITE 8	Kriittisyystekijät
LIITE 9	Kylmävalssaamon häiriökoodit

Liite 1. TPM:n 16 häviötä (Ahuja & Khamba 2008).

Nro	Häviö	Kuvaus
<i>Seitsemän häviötä, jotka haittaavat koneiden ja laitteiden OEE:ta</i>		
1	Vika-/häiriöhäviö	Toiminnot pysäyttävistä tai niitä heikentävistä vikaantumisista johtuvat häviöt.
2	Asetus- ja säätöhäviö	Koneen tai laitteen asetuksien muuttamisesta johtuvien seisokkien aiheuttamat häviöt.
3	Nopeushäviöt	Suunniteltua alemmasta tuotantonopeudesta johtuvat häviöt.
4	Lyhyet seisokki- ja joutokäyntihäviöt	Häviöt, jotka syntyvät laitteen tilapäisen pysähdyksen seurauksena. Esim. erilaisten anturien aiheuttamat pysähdykset.
5	Viallisten tuotteiden häviöt	Volyymi-, aika- ja taloudelliset menetykset, jotka ovat seurausta viallisista tuotteista tai niiden korjaamisesta.
6	Käynnistysvaiheen häviöt	Häviöt, jotka aiheutuvat tuotannon käynnistämisestä ja sisäänajosta.
7	Työkalunvaihtohäviöt	Seisokkimenetykset, jotka ovat seurausta työkalujen tai niiden osien vaihdosta kulumisen vuoksi.
<i>Häviöt, jotka haittaavat suunniteltua käyntiaikaa</i>		
8	Suunniteltujen seisokkien häviöt	Tuotannonsuunnittelusta johtuvista seisokeista aiheutuvat häviöt.
<i>Viisi häviötä, jotka haittaavat työntekijän tehokkuutta</i>		
9	Jakelu/logistiikkahäviöt	Häviöt, jotka puuttuvat automaation puutteesta, esim. automaattinen purku/lastaus.
10	Kone-käyttäjä - tasapainohäviöt	Häviöt, jotka aiheutuvat linjan ja käyttäjän välisestä huonosta tasapainosta. Käyttäjä joutuu odottelemaan konetta tai prosessia
11	Mittaus- ja säätöhäviöt	Työhäviöt laaduntarkkailusta johtuvan säännöllisten mittauksien ja säätöjen vuoksi
12	Johtamisesta johtuvat häviöt	Johtamisesta aiheutuvista mm. materiaalien, työkalujen ja työohjeiden odottamisesta johtuvat häviöt
13	Liikkumiseen liittyvät häviöt	Huonosta layoutista johtuvan liikkumisen aiheuttama häviö
<i>Kolme häviötä, jotka haittaavat tuotantoresurssien tehokasta käyttöä</i>		
14	Tuottohäviöt	Materiaalihäviöt, jotka tapahtuvat tuotantoprosessissa, ts. materiaalien ja tuoton välinen massaero
15	Työkaluhäviöt	Työkalujen hankinnasta aiheutuvat taloudelliset häviöt
16	Energiahäviöt	Energiankäytön huonosta käyttöasteesta johtuvat häviöt

Liite 2: RCM päätöksentekopuu (Deshpande & Modak 2002).



### Liite 3. VVA analyysi malli Katkaisulinja 3

Katkaisulinja 3									
Aukkelain									
Luokka: A									
Toiminto	Toiminnallinenvika	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vaikutukset	Seuraukset	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Huomioitavaa	Huollon suorittaja
Mitä kohteen odotetaan olevan ja mitä suorituskäskyä?	Mitä tavalla toiminto estyy?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian? (late-vika)	Mistä syytä vikamuoto syntyy?	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi?	Mitä väliä kulakin vikaantumisaika on? Seisokkiaika, tuotannon menetyksia?	Soveltuvien ja tehokkaiden huoltotoimenpiteiden?	Kuinka usein toimenpide tehdään?	Mitä pitää ottaa huomioon?	Kuka ennakko- ja huollon suorittaa?
Aukkelain kelaa rullaa auki.	a) Aukkelain pyöri vain hitaasti.	1 Oikaisukoneen ennen olevan valokennon suuntaus väärin tai heijastin teippi liikenäkö.	Tärinä tai isku muuttaa valokennon asentoa.	Aukkelain menee.	Raastaa sähkömoottoria. Vaatii valokennon korjauksen. Seisokkiaika 1h.	Puhdistetaan linjan valokentat sekä suunnataan ja kiristetään tarvittaessa.	Joka 2. seisokki		Sähköasentaja
	b) Aukkelaimen hielet kuluneet.	1 Hielet kuluvat.	Hielet vaihdettu liian harvoin tai kommutaattori on ollut huonossa kunnossa ja kuluttanut hielet.	Hielet/hienet kuluessa lopputuotteen sähkömoottori ei toimi.	Ei seurauksia jos hielet vaihdetaan ajoissa.	Linjan kaikkien DC-moottoreiden hielet- ja puhdistus- ja huollot tehdään vuosihuollossa. Mitataan eristysvastukset.	Vuosihuollossa		Sähköasentaja
	c) Jarru laahaa.	1 Jarrun raja on huonosti paikallaan. Ei tunnisteta oikein.	Tärinä tai isku muuttaa jarrun asentoa.	Jarru laahaa päällä ja AK:n käyttö laukeaa ylikuormituksesta.	Jarrun raja täytyy säätää. Jarrun palat voivat vaatia vaihtoa. Seisokkiaika 1-4h.				
		2 Jarrun rajan kaapeli on oikosessa.	Kaapelit huonosti suojatut tai vanhat.	Antaa logikalle virheellisen tiedon ja logiikka ohjaa jarrua pitämään kiinni vaikka sen tulisi olla auki. Käytösaikaa ylikuormituksesta.	Ei seurauksia virheellisen tiedon ja logiikka ohjaa jarrua pitämään kiinni. Seisokkiaika 4h.				
	d) Käytön puhallin hajonnut.	1 Puhallimen kääntäminen tai rasittuminen.	Puhallimen kääntäminen.	Käyttö lämpessä ja menee vikailaan.	Puhallin vaihdettava uuteen. Seisokkiaika varaosaan saatavuudesta riippuen 1-3h.				
	e) AK:n dc moottorin jäähdytys puhallin vikaantuu.	1 Puhallinmoottorin (ac) laakerit kuluvat ja moottori palaa.	Laakerit ovat huonosti rasvattuja tai akseli on epätasapainossa ja näin kuluu laakerit.	Lämpöreleiden virta-asetus ylittyy ja puhallinmoottori pysähtyy. AK:n dc käyttö pysähtyy koko linjan.	Puhallinmoottori on vaihdettava ja käyttö kuitattava. Seisokkiaika 2h.				
	f) Simoreg F14 fault. Vilttaa 3U ja 3W jännitteisiin.	1 Magnetoinin johto löysällä.	Magnetoinin johto ei kiristetty kunnolla.	Käyttö menee vikailaan ja aukkelain pysähtyy. Magnetoinin johto kuumenee.	Vian etsimiseen voi mennä paljon aikaa. Seisokkiaika 4h.				
	g) Halkaisijateito ei päivity.	1 Reunaleikkurin jälkeisen ylijäähdytys materiaalin tunnistus ei toiminut.	Tunnistuspinta liikenäkö tai tunnistin voinossa.	Halkaisija tieto ei päivity uudelle rullalle.	Uutta ajoa ei voida suorittaa. Seisokkiaika 1-3h. Rippuen käyttökohtasta.	Puhdistetaan linjan valokentat sekä suunnataan ja kiristetään tarvittaessa.	Joka 2. seisokki		Sähköasentaja
		2 Tietoliikenne häiriö.	Ei tiedossa.	Halkaisija tieto ei päivity uudelle rullalle.	Uutta ajoa ei voida suorittaa. Vaatii logikan bootin. Seisokkiaika 1h.				
	h) Aukkelaimen keskeytys ei toimi kunnolla. Suuria värähtelyä.	1 Keskeytysjärjestelmän valaisimen päällä roskaa.	Roskaa ei ole kerätty valon päältä pois.	Aukkelain ei keskeytä oikein.	Seisokkiaika 1h.	Keskeytysjärjestelmän tarkistaminen.	Joka 2. seisokki		Sähköasentaja

#### A Oikaisukone RM3 18/47/2 Katkaisulinja 3

Toiminto	Toiminnallinenvika	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vaikutukset	Seuraukset	Huoltotoimenpide	Huoltoväli	Huomioitavaa	Huollon suorittaja
Mitä kohteen odotetaan olevan ja mitä suorituskäskyä?	Mitä tavalla toiminto estyy?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian? (late-vika)	Mistä syytä vikamuoto syntyy?	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi?	Mitä väliä kulakin vikaantumisaika on? Seisokkiaika, tuotannon menetyksia?	Soveltuvien ja tehokkaiden huoltotoimenpiteiden?	Kuinka usein toimenpide tehdään?	Mitä pitää ottaa huomioon?	Kuka ennakko- ja huollon suorittaa?
1 Oikaisee peltiä ajon aikana.	a) Simoreg käyttö laukeaa.	1 Peltin valaisin halkaisija muuttunut nolaksi.	Tuntematon syy.	Sähkömoottori ylikuormittuu ja käyttö laukeaa. Samalla voi palaa magnetoinin erikoisnopea sulake 20A.	Vaati käytön kuitauksen ja sulakkeen vaihdon. Seisokkiaika 1h.				
	b) Oikaisukoneen turvaköysi ei toimi.	1 Raja on vioittunut tai kiinnitys on muuttunut. Turvaköysi on löystynyt.	Rajan kiinnitys on löystynyt. Köysi on asennettu väärään kireyteen.	Pahimmassa tapauksessa ei pysäytä oikaisukoneen jos henkilö sattuu vaikka kaatumaan laitteita vasten.	Mahdolliset henkilöt vahingot ja sairaskustannukset.	Turvaköysirajat ja turvaköysit tarkistetaan.	Vuosihuollossa		Sähköasentaja
	c) Simoreg häiriö.	1 Syy epäselvä.		Linja seisahtuu.	Vaati käytön kuitauksen. Seisokkiaika 1h.				
	d) Pakka ei aukea automaattilla.	1 Logikka häiriö.	Logikan muisti?	Pakka ei aukea automaattilla, eikä ajoa voida jatkaa.	Logikka bootti ja muistin tiivistys.				
	e) Simoregin pieni power hajoaa.	1 Ilmeisesti powerin ikä vaikuttaa hajoamiseen.	Ikä.	Oikaisukone ei toimi.	Seisokki 2h. Pitempi jos varaosaa ei heti löydy.				

Liite 4: Kunnossapitoprosessin mittarit (Meuchiri ym. 2010).

Kategoria	Mittari/Indikaattori	Yksikkö	Kuvaus/Laskentakaava	Suositusarvo
Työn tunnistus	Proaktiivisen työn osuus	%	Proaktiivisen työn suunniteltu tuntimäärä/Käytettävissä oleva kokonaistuntimäärä	75–80 %
	Reaktiivisen työn osuus	%	Reaktiiviseen työhön käytetty tuntimäärä/Käytettävissä oleva kokonaistuntimäärä	10–15 %
	Kehittävän työn osuus	%	Kehittämiseen ja modifiointiin käytetty tuntimäärä/Käytettävissä oleva kokonaistuntimäärä	5–10 %
	Työtilausten vasteaika	%	Työpyyntöjen säilyminen ”pyyntö”-tilassa <5pv/Kaikki työpyynnöt	>80 %
Työn suunnittelu	Suunnittelun intensiteetti/osuus	%	Suunniteltu työ/Kaikki työ	95 % kaikista työtilauksista
	Suunnittelun laatu	%	Työtilausten uudelleen käsittely suunnittelun vuoksi	< 3 %
	Suunnittelun vasteaika	%	Työtilausten säilyminen ”suunnittelu”-tilassa <5pv/Kaikki työtilaukset	>80 %
Työn aikataulutus	Aikataulutuksen intensiteetti/osuus	%	Aikataulutetut työtunnit/Käytettävissä olevat työtunnit	>80 %
	Aikataulutuksen laatu	%	Työtilausten toteutuksen viivästyminen materiaalin tai työvoiman puutteen vuoksi/Kaikki työtilaukset	<2 %
	Aikataulun toteutuminen	%	Aikataulutetut työtilaukset/Kaikki työtilaukset	>95 %
Työn toteutus	Aikataulun noudattaminen	%	Aikataulutetussa ajassa suoritettujen työtilausten osuus kaikista työtilauksista	>90 %
	Korjauksen keskiaika	h	Kokonaisseisonta-aika/ Häiriöiden lkm	
	Työvoiman käyttöaste	%	Työtehtäviin kuluneet tunnit/Käytettävissä olevat tunnit	>80 %
	Työvoiman tehokkuus	%	Tehtäviin allokoitujen tunnit/ Tehtäviin kuluneet tunnit	
	Työtilausten kierto	%	Suoritettujen töiden lkm/ Vastaanotettujen töiden lkm	
	Tilaukseen koko	%	Myöhässä olevien tehtävien lkm/ Vastaanotettujen tehtävien lkm	
	Toteutuksen laatu	%	Muokkauksista vaativien kunnossapitotöiden osuus	< 3 %

Liite 5: Kunnossapidon tulosten mittarit (Muchiri ym. 2010).

Kategoria	Mittari/Indikaattori	Yksikkö	Kuvaus
<b>Laitteen suorituskyvyn mittarit</b>	Häiriöiden lkm	kpl	Häiriöiden lukumäärä luokiteltuna seurausten mukaisesti: toiminnallinen, ei-toiminnallinen, turvallisuus yms.
	Häiriötaajuus	kpl/aikayksikkö	Häiriöiden lukumäärä aikayksikössä (luotettavuusmittari)
	MTBF	h	Mean Time Between Failure (luotettavuusmittari)
	Käytettävyys	%	Käyntiaika/(Käyntiaika + seisonta-aika)
	OEE	%	Käytettävyys x toiminta-aste x laatukerroin
<b>Kustannus-tehokkuuden mittarit</b>	Suorat kunnossapitokustannukset	€	Reaktiivisen ja proaktiivisen kunnossapidon kokonaiskustannukset
	Häiriön vakavuus	%	Häiriön kustannukset/suorat kunnossapitokustannukset
	Kunnossapidon intensiteetti	€/tuotantoyksikkö	Kunnossapidon kustannukset tuotantoyksikköä kohden
	Kunnossapito valmistuksen kustannustekijänä	%	Kunnossapidon kustannukset/valmistuskustannukset
	ERV (Equipment Replacement Value)	%	Kunnossapitokustannukset/tuotteen uusi arvo
	Kunnossapitovaraston kierto nopeus	lkm	Varastosta käytettyjen materiaalikustannusten suhde varaston kokonaisarvoon tiettyinä aikavälillä
	Henkilöstön osuus kunnossapitokustannuksista	%	Henkilöstökustannukset/Kunnossapitokustannukset
	Alihankinnan osuus kunnossapitokustannuksista	%	Alihankinnan kustannukset/Kunnossapitokustannukset
	Hankinnan osuus kunnossapitokustannuksista	%	Kunnossapitohankinnan kustannukset/Kunnossapitokustannukset

## Liite 6. Tuotannon ja kunnossapidon aikamääritteiden laskeminen Tornio Worksissa



Laetija/kirjoittaja  
Mirja Hyytinen

Dokumentin nimi  
KUPIn tunnusluvut

Päiväys  
9.10.2001

1(1)

### Tuotannon ja kunnossapidon aikamääritteiden selvitys

#### Linjan kokonaiskäyntiaika (h) ( $h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$ ):

Se on se aika, joka on linjalla laskettu miehitetyksi ajaksi (=linjan työvuorot)

**Linjan tuotantoaika (h1)** Linjan tekee tuotantoa ilman häiriötä.

#### Linjan häiriöaika (h2)

Linja ei ole tuotannossa jonkin laitevian tai muun häiriön vuoksi.

Tähän lasketaan RETUn häiriökoodit: 08, 09, 10, 11, 12, 14, 15, jotka ovat samat kaikilla linjoilla.

08	Nosturin odotus	12	Materiaalihäiriö
09	Tietojärjestelmähäiriö	14	Henkilöstöpula
10	Mekaaninen häiriö	15	Ulkopuolinen häiriö
11	Sähköhäiriö		

#### Linjan seisokkiaika (h3)

Linjan ennakolta suunniteltu seisokki. Tähän lasketaan häiriökoodi 00.

#### Linjan häiriöaika (h4)

Häiriöaika, ennakolta suunniteltu materiaalinohjauksen muutos tai linjan tuotannon järjestelyt. Tähän lasketaan häiriökoodit 01 ja 13

#### Linjan käyntiaste

Se työajallinen tuotantoteho ilman häiriöitä.

**Käyntiaste** = Tuotantoaika / kokonaiskäyntiaika x 100

**Käyntiaste** =  $(h_1) / (h_1) + (h_2) + (h_3) + (h_4) \times 100$

#### Linjan käytettävyys

**Käytettävyys** tarkoittaa sitä aikaa, jota linjalla voidaan käyttää tuotantotoimintaan.

Käytettävyys ilmoitetaan prosentteina verrattuna miehitettyyn aikaan.

**KUPI-käytettävyys (%)** = Tuotantoaika - häiriöt (00,10,11) / Tuotantoaika x 100

**Tekninen käytettävyys (%)** =

Tuotantoaika - häiriöt (00, 09,10,11) / Tuotantoaika x 100



## Liite 7. Kriittisyysluokittelu taulu katkaisulinja 3:lta.



Tornio Works, KPKY, Pasi Lassuri  
KA3 kriittisyystarkastelu, Version 1, December 08, 2008

			Kriittisyys prosessin kannalta								
Tunnus	Laitteisto	Pisteet	Painoarvo	JSd	PLa	MRK	SZV	JXM	HAK	K.A.	Pisteet
4-KA3-100	Rullavarastovaunu	127	30	2	2	2	4	2	0	2	60
4-KA3-110	Rullansiirtovaunu	333	30	4	4	10	4	4	5	150	
4-KA3-120	Rullan halkaisijan mittaus	196	30	2	2	2	2	2	0	2	50
4-KA3-130	Paperikelain	263	30	4	4	4	4	2	4	4	110
4-KA3-150	Aukikelain	558	30	6	10	10	10	6	10	9	260
4-KA3-150	Yläpainorulla	404	30	2	4	4	4	2	4	3	100
4-KA3-160	Nauhan keskitys EMG	440	30	6	4	4	2	4	4	4	120
4-KA3-170	Pujotuspöytä	255	30	2	4	4	4	2	2	3	90
4-KA3-180	Nauhan veto- ja taitto rullasto	424	30	4	4	4	4	2	6	4	120
4-KA3-200	Päätyleikkuri	442	30	2	4	6	4	4	4	4	120
4-KA3-210	Päätyleikkurin jälkeinen ylityspöytä	202	30	2	4	4	4	2	2	3	90
4-KA3-220	Romuvaunu 1	132	30	2	2	2	2	2	4	2	70
4-KA3-230	Tasomaisuuden painorulla	349	30	4	4	2	4	2	4	3	96
4-KA3-230	Reunaleikkuri BS 1650/3	835	30	10	6	6	10	4	4	7	200
4-KA3-240	Romunvetorullasto	396	30	2	4	6	4	4	2	4	110
4-KA3-250	Reunaromuleikkuri	502	30	10	6	6	6	4	4	6	180
4-KA3-260	Reunaromun kuljetin	263	30	4	6	6	4	4	4	5	140
4-KA3-270	Ylityspöytä (tarkastajan peiliä edeltävä)	182	30	2	2	2	2	2	2	2	60
4-KA3-280	Tarkastusasema ja peili	198	30	2	2	2	2	2	2	2	60
4-KA3-290	Ylityspöytä (tarkastuspeilin jälkeinen)	185	30	2	2	2	2	2	2	2	60
4-KA3-300	Industoolin ruiskutus järjestelmä	142	30	0	0	2	2	0	0	1	20
4-KA3-300	Oikaisukone RM3 18/47/23	1325	30	10	10	10	10	6	6	9	260
4-KA3-300	Oikaisukoneen jakovaihteisto	813	30	10	10	10	10	6	10	9	280
4-YHT-VJET	Videojet	360	30	2	2	6	2	2	2	3	80
4-KA3-330	Folion syöttölaite	503	30	4	4	4	4	2	4	4	110
4-KA3-340	Paperin syöttölaite (välipaperilaitteisto)	454	30	4	4	4	2	2	4	3	100
4-KA3-350	Mittarulla	1042	30	2	6	10	4	2	10	6	170
4-KA3-360	Rauhoitusrulla	478	30	2	4	6	4	2	4	4	110
4-KA3-360	Cutronic-leikkuri	1498	30	10	10	10	6	6	10	9	260
4-KA3-370	Leikkurin jälkeinen pöytä	253	30	2	4	4	4	2	4	3	100
4-KA3-380	Mattokuljetin 1.	270	30	4	4	6	4	2	4	4	120
4-KA3-380	Romuvaunu 2	108	30	2	2	4	2	2	2	2	70
4-KA3-380	Mattokuljetin 2.	257	30	4	4	6	4	2	4	4	120
4-KA3-460	Tasomaisuuden mittalaite	278	30	2	4	4	2	4	0	3	80
4-KA3-410	Airbox-pinoamislaite	313	30		4	6	4	6		5	150
4-KA3-440	2- Laatu palettien syöttörollarata	228	30	2	4	4	2	4	2	3	90



Tornio Works, KPKY, Pasi Lassuri  
KA3 kriittisyystarkastelu, Version 1, December 08, 2008

		Kriittisyys prosessin kannalta			Häiriöherkkyyks			Huollettavuus			Turvallisuus			Laatu				
Tunnus	Laitteisto	Luokk.	Pisteet	Painoarvo	Total	Pisteet	Painoarvo	Total	Pisteet	Painoarvo	Total	Pisteet	Painoarvo	Total	Pisteet	Painoarvo	Total	Pisteet
4-KA3-360	Cutronic-leikkuri	A	1498	30	9	260	10	3	33	20	3	57	15	13	190	25	38	958
4-KA3-300	Oikaisukone FM3 18/47/23	A	1325	30	9	260	10	2	23	20	3	53	15	2	30	25	38	958
4-KA3-350	Mittarulla	A	1042	30	6	170	10	3	33	20	2	40	15	1	15	25	31	783
4-KA3-230	Reunaleikkuri BS 1650/3	A	835	30	7	200	10	4	37	20	3	57	15	3	50	25	20	432
4-KA3-300	Oikaisukoneen jakovaihteisto	A	813	30	9	280	10	2	20	2	47	15	1	20	25	18	446	
4-KA3-000	Automaatiojärjestelmä	A	603	30	9	260	10	4	43	20	1	23	15	2	23	25	10	254
4-KA3-150	Aukikelain	A	558	30	9	260	10	1	10	20	2	37	15	4	55	25	8	196
4-KA3-470	Imulinanpuuttaja	A	525	30	6	190	10	4	43	20	2	43	15	3	40	25	9	208
4-KA3-330	Folion syöttölaite	A	503	30	4	110	10	3	27	20	2	37	15	2	30	18	12	300
4-KA3-250	Reunaromuleikkuri	A	502	30	6	180	10	3	30	20	3	60	15	3	40	25	8	192
4-KA3-440	2-Laatu niputtaja (pinoamis-laskupöytä)	B	493	30	4	130	10	3	27	20	3	60	15	12	180	25	4	96
4-KA3-480	1-Laatu niputtaja (pinoamis-laskupöytä)	B	489	30	4	130	10	2	23	20	3	60	15	12	180	25	4	96
4-KA3-360	Rauhoitusrulla	B	478	30	4	110	10	3	30	20	2	47	15	1	20	25	11	271
4-KA3-510	Yleis hydrauliikka	B	458	30	7	220	10	2	17	20	2	43	15	4	65	25	5	113
4-KA3-340	Paperin syöttölaite (välipaperilaitteisto)	B	454	30	3	100	10	3	30	20	2	40	15	2	30	25	10	254
4-KA3-200	Päätyleikkuri	B	442	30	4	120	10	1	13	20	3	50	15	12	175	25	3	83
4-KA3-160	Nauhan keskitys EMG	B	440	30	4	120	10	3	30	20	2	33	15	1	15	25	10	242
4-KA3-180	Nauhan veto- ja taitto rullasto	B	424	30	4	120	10	1	13	20	2	43	15	2	35	25	9	213
4-KA3-150	Yläpainorulla	B	404	30	3	100	10	1	10	20	3	60	15	4	55	25	7	179
4-KA3-240	Romunvetorullasto	B	396	30	4	110	10	4	43	20	3	67	15	2	30	25	6	146
-YHT-VJET	Videojet	B	360	30	3	80	10	4	43	20	1	20	15	2	25	25	7	175
4-KA3-230	Tasomaisuuden painorulla	B	349	30	3	96	10	2	16	20	2	44	15	1	18	25	8	192
4-KA3-110	Rullansiirtovaunu	B	333	30	5	150	10	2	23	20	1	27	15	1	20	25	5	113
4-KA3-410	Airbox-pinoamislaite	B	313	30	5	150	10	3	26	20	2	40	15	2	23	25	3	75
4-KA3-460	Tasomaisuuden mittalaite	B	278	30	3	80	10	1	10	20	2	30	15	2	25	25	5	133
4-KA3-380	Mattokuljetin 1.	B	270	30	4	120	10	2	20	20	1	27	15	1	20	25	3	83
4-KA3-130	Paperikelain	B	263	30	4	110	10	3	33	20	1	23	15	0	5	25	4	92
4-KA3-260	Reunaromun kuljetin	B	263	30	5	140	10	3	27	20	3	67	15	2	30	25	0	0
4-KA3-380	Mattokuljetin 2.	B	257	30	4	120	10	2	23	20	2	37	15	1	20	25	3	67
4-KA3-170	Pujotuspöytä	B	255	30	3	90	10	1	7	20	2	33	15	2	25	25	4	100
4-KA3-370	Leikkurin jälkeinen pöytä	B	253	30	3	100	10	1	13	20	2	37	15	1	20	25	3	83
4-KA3-380	Mattokuljetin 3.	B	253	30	4	110	10	3	27	20	2	30	15	1	20	25	3	67
4-KA3-440	2- Laatu palettien syöttörollarata	B	228	30	3	90	10	1	13	20	2	43	15	1	15	25	3	67
4-KA3-140	Sitomakone	B	218	30	3	90	10	2	17	20	1	27	15	1	18	25	3	67
4-KA3-490	1- Laatu palettien syöttörollarata	B	215	30	3	100	10	2	17	20	3	50	15	1	15	25	1	33
4-25-04	Ristestusaseman kuljettimet	C	208	30	4	110	10	2	23	20	2	43	15	1	15	25	1	17
4-KA3-210	Päätyleikkurin jälkeinen ylityspöytä	C	202	30	3	90	10	1	7	20	2	33	15	0	5	25	3	67
4-KA3-500	1-Laatu poissiirotrollarata	C	202	30	3	100	10	2	20	20	3	50	15	1	15	25	1	17
4-KA3-450	2-Laatu poissiirotrollarata (450)	C	202	30	3	90	10	1	13	20	3	50	15	1	15	25	1	33
4-KA3-280	Tarkastusasema ja peili	C	198	30	2	60	10	0	3	20	2	30	15	0	5	25	4	100
4-KA3-120	Rullan halkaisijan mittaus	C	196	30	2	50	10	2	20	20	1	27	15	1	20	25	3	79
4-KA3-290	Ylityspöytä (tarkastuspeilin jälkeinen)	C	185	30	2	60	10	0	3	20	2	33	15	0	5	25	3	83
4-KA3-270	Ylityspöytä (tarkastajan peiliä edeltävä)	C	182	30	2	60	10	0	3	20	2	33	15	0	5	25	3	83
4-KA3-350	Saattolappupurjoitimet	C	163	30	3	80	10	2	23	20	1	20	15	0	2	25	1	17
4-KA3-300	Industoolin ruiskutus järjestelmä	C	142	30	1	20	10	1	13	20	2	33	15	2	25	25	2	50
4-KA3-220	Sepä kirjoittimet	C	133	30	2	70	10	2	23	20	1	20	15	0	3	25	1	17
4-KA3-220	Romuvaunu 1	C	132	30	2	70	10	1	7	20	2	40	15	1	15	25	0	0
4-KA3-100	Rullavarastovaunu	C	127	30	2	60	10	2	20	20	1	20	15	1	10	25	1	17
4-KA3-380	Romuvaunu 2	C	108	30	2	70	10	1	10	20	1	23	15	0	5	25	0	0

## Liite 8. Kriittisyyskijät

Kriittisyyskijä	Paino-arvo	Kerroin	Lisätietoja kertoimen valintaan	Määritysajat esim.
Kriittisyys prosessin kannalta	30	0	Pysähtymisellä ei merkitystä linjan tuotannolle.	Ei seisokkia
		2	Lyhyt seisokki, vähäinen tuotannon menetys, järjestelyvaraa, käyttövalmis varalaite	Seisokki < 2h
		4	Lähes työvuoron seisokki, merkittävästi tuotannon menetystä, jonkin verran järjestelyvaraa, ei varalaitetta	Seisokki 2... 8 h
		6	Laaja seisokki, suuri tuotannon menetys, vähän järjestely varaa, ei varalaitetta	Seisokki > 24 h
		10	Linjan täydellinen pysähtyminen, pitkä korjausaika, huono varaosien saatavuus	Seisokki > 48 h
Häiriöherkkyys	10	0	Varmakäyntinen	Vikaväli > 3-vuotta
		2	Vähäisiä häiriöitä	Vikaväli 1...3-v.
		4	Häiriöherkkä	Vikaväli < 1 vuosi
		8	Erittäin häiriöherkkä	Vikaväli < 6 kk
Huollettavuus ja luokse päästävyys	20	1	Hyvät, kohtuulliset, lattiatasolla	Huoltoaika < 2 h
		2	Likaa, syrjässä, tai hankala luokse päästävyys	Huoltoaika 2... 8 h
		4	Erittäin likaista, märkää, tai luokse päästävyys lähes mahdotonta	Huoltoaika 8... 24 h
		8	Erittäin huonot olosuhteet ja paikalle ei pääse laitetta purkamatta	Huoltoaika > 24 h
Turvallisuus, terveys, ympäristö	15	0	Ei vaikutuksia tai hyvin vähäinen haitta/riski	
		2	Kohtalainen haitta/riski (esim. ensiapua, osaston sisäinen ympäristövahinko, pieni tulipalo/sammutus itse)	
		6	Vakava haitta/riski. (esim. terveysasemakäynti, osaston ulkoinen ympäristövahinko, tulipalo/oma paloryhmä)	
		50	Erittäin vakava haitta/riski. (esim. pysyvä vamma, laajamittainen ympäristövahinko, tulipalo/palokunta)	
Laatu	25	0	Ei vaikutusta laatuun.	
		4	Vähäisiä laatuvirheitä tuotteissa.	
		8	Laatuvirheitä tuotteissa. Esim. painumia.	
		15	Vakavia laatuvirheitä tuotteissa.	
		50	Erittäin vakavia laatuvirheitä tuotteissa.	

## Liite 9/1. Kylmävalssaamon häiriökoodi luettelo.

KYVA/mmm

28.11.2000

### HÄIRIÖKODIT

00	HUOLTOSEISOKKI	Ennakolta suunniteltu huolto- tai korjausseisokki.
01	TUOTANTOSEISOKKI	Ennakolta suunniteltu materiaalin ohjauksessa tapahtunut muutos tai linjan tuotannon järjestelyt. Esim. materiaalia etuvarastossa, mutta ei ole järkevää ajaa.
08	KULJETUSHÄIRIÖ	Kuljetushäiriöt tuotantomateriaalin tai tarveaineiden kuljetuksessa. Ilmoitettava, onko kyseessä trukki vai nosturi.
09	TIETOJARJESTELMAHAIRIO	RETU:n uusi häiriökoodi, otetaan käyttöön 1.9.99. Häiriökoodin alle kirjataan seuraavien järjestelmien häiriöt: <ul style="list-style-type: none"><li>• RETU</li><li>• MAKUVA</li><li>• LÄHE</li><li>• RMS</li><li>• automaation II-tason häiriöt</li><li>• tietoverkko ja</li><li>• työasemat</li></ul>
10	MEKAANINEN HÄIRIÖ	Linjan koneenosan rikkoutuessa tai mennessä häiriöön. Myös se aika, joka kuluu linjan ajokuntoon saattamiseen.
11	SÄHKÖ- TAI SÄÄTÖ-TEKNILLINEN HÄIRIÖ	Linjan sähkö- tai säätötekniikan rikkoutuessa tai mennessä häiriöön. Myös se aika, joka kuluu linjan ajokuntoon saattamiseen.
12	MATERIAALIHÄIRIÖ	Tuotantomateriaalista johtuvat häiriöt, kuten nauhakatkot, reunaan ajot, ja materiaalin muodosta tai laadusta johtuva häiriö. Sz:lla kaikki nauhakatkot seurauksineen (valssien vaihto, mekaniikan kunnostus jne.) kirjataan tälle koodille. Syy eritellään NKA-näytöllä.
13	TUOTANTOMATERIAALIPULA	Jos linjalla ei ole materiaalia tai työohjelmaa.
14	HENKILÖSTÖPULA	Linja seisoo henkilöpulan vuoksi mm. kahvi- ja ruokatauot. Kahvi- ja ruokatauot merkitään aina omalle koodille, paitsi jos kahvilla käydään aikana, jolloin linja seisoo jonkin muun syyn takia.

## Liite 9/2. Kylmävalssaamon häiriökoodi luettelo.

KYVA/mmm

28.11.2000

15	ULKOPUOLINEN HÄIRIÖ	Yleisen ulkopuolisen häiriön sattuessa kuten sähkö, paineilma, tulipalo, vesi, höyry, nestekaasu.
20	LINJAN HOITO	Koodia käytetään, kun linja joudutaan pysäyttämään esim. linjan tarkastus, puhdistus, romulaatikoiden tyhjennys, rullien hionta, harjojen vaihto kuluneisuuden vuoksi jne.
21	KÄYTTÖHÄIRIÖ	Tiedonpuutteesta tai käyttövirheestä johtuva häiriö.
64	AJON VALMISTELU JA LOPETUS	Ajoon valmistelu tai lopetus. Tekstiin ilmoitetaan kumpi on kyseessä. Koodia käytetään seuraavilla linjoilla: VA1, SZ1, SZ2, SZ3, HIO, VV1, VV2, HA1, HA2, HA4, KA1, KA2, KA3.

### HALKAISULINJAT 1 JA 2 JA 4

17	TERÄN VAIHTO/KÄÄNTÖ	Kulumisen tai vaurion takia, jos tämä keskeyttää tuotannon. Ei jos on henkilöpora.
18	TÄLLIN MUUTOS	
19	TUURNAN VAIHTO	Päällekelaimella.

### KATKAISULINJAT 1 JA 2 JA 3

16	HIONTA JA PESU	Vain oikaisukone.
17	TERIEN VAIHTO/KÄÄNTÖ	Ilmoitettava, onko kyseessä terien vaihto vai kääntö.
19	TUURNAN MUUTOS	Päällekelain (KA1), aukikelain (KA3).